



Fruticultura de Precisão:

Avaliação e modelação da variabilidade espacial do crescimento e produtividade da amendoeira por deteção remota.

Francisco Manuel Emílio Medeiro

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica

Orientadores: Doutor Ricardo Nuno Fonseca Garcia Pereira Braga
Engenheiro Filipe Sevinato Pinto

Júri:

Presidente: Doutor José Luís Monteiro Teixeira, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais: Doutora Cristina Maria Moniz Simões Oliveira, Professora Associada com Agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Doutor Ricardo Nuno Fonseca Garcia Pereira Braga, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Lisboa, 2017

Agradecimentos

Quero agradecer a todas as pessoas que me acompanharam ao longo do percurso académico no Instituto Superior de Agronomia, na elaboração desta dissertação e ao longo da minha vida:

Ao professor Ricardo Braga pela ajuda prestada na realização deste trabalho e ao longo do meu percurso académico;

Ao Engenheiro Filipe Sevinate Pinto por se ter mostrado sempre disponível para ajudar e porque, sem ele, este trabalho não se teria realizado;

Ao Manuel Penteado por tudo o que me ensinou e pela disponibilidade que sempre teve para me ajudar;

À Area 400 pelo fornecimento das imagens utilizadas no estudo;

A todo o pessoal presente na Herdade do Poço da Bomba, que me ajudou bastante na recolha das amostras;

Ao Luis Barbio, Miguel Rosa e João Luz que me deram uma ajuda bastante importante na recolha dos dados;

Ao pessoal da fábrica MIGDALO e ao Engenheiro Miguel Matos Chaves pela disponibilidade e abertura demonstradas para que eu utilizasse o espaço para a análise dos dados pós-colheita;

Quero também agradecer a todos os meus colegas e amigos que me acompanharam ao longo do curso e da minha vida e que, de alguma forma, contribuíram para a pessoa que sou hoje;

Aos meus amigos António Quadros e Costa, Francisco Silva Marques, Rita Ataíde, António Lourenço, Joaquim Machado, Ana Lisboa e Joana Lisboa pelo companheirismo e espírito de entreajuda, não só durante este trabalho, mas também durante todo o mestrado;

Por último, quero agradecer de uma forma muito especial aos meus pais, à minha irmã e à Teresa Sampaio, não só pela ajuda incansável que me prestaram na realização deste trabalho, mas também por todo o apoio, educação e amizade ao longo do meu percurso como estudante e ao longo de toda a minha vida.

Obrigado.

Resumo

Os objetivos desta dissertação incidem na avaliação da variabilidade espacial da produtividade e qualidade do miolo num pomar de amendoeiras, bem como na eficácia dos dados obtidos no campo e dos índices vegetativos obtidos por deteção remota na modelação da produtividade.

O pomar escolhido para o estudo tem uma área aproximada de 5 ha e foi plantado no ano de 2013 com um compasso de 7x5m. O porta-enxerto utilizado na plantação foi o porta-enxerto Garnem garantindo à planta um bom enraizamento e um elevado vigor. De referir ainda que o ano de 2016 foi o segundo ano de produção do pomar em que se obtiveram cerca de 572 kg de miolo/ha.

Durante o estudo foram recolhidos dados de 65 árvores de um pomar de amendoeiras. Após a recolha dos dados, estes foram processados e confrontados com informação recolhida através de deteção remota. Essa informação foi recolhida com a ajuda de um sensor instalado num avião que captou fotografias aéreas, no visível (RGB) e infra-vermelho, para o cálculo dos, já mencionados, índices vegetativos.

Relativamente à variabilidade espacial da parcela, a produção de cada árvore foi, em média, dois quilogramas de miolo. No âmbito da qualidade do miolo, observaram-se valores médios de 4,76% e de 13,47 mm para os indicadores da humidade e do calibre médio, respetivamente. O coeficiente de variação referente a estes indicadores foi de 37%, 10,53% e 3,22% para a produtividade de cada árvore (kg miolo/árvore), para a humidade e para o calibre médio, respetivamente.

Numa fase final do estudo, através da melhor modelação dos dados, obtiveram-se resultados que conseguiram explicar, entre 22% e 39% da variabilidade da produtividade do miolo, sendo que esta variabilidade foi melhor explicada com o conjunto dos dados de campo e de deteção remota no mesmo modelo.

Palavras-chave: agricultura de precisão, amendoeiras, deteção remota, índices de vegetação, variabilidade espacial.

Abstract

The main of this dissertation is to evaluate the spatial variability of productivity and quality of the kernel in an almond orchard, as well as the efficacy of the data obtained in the field and the vegetative indexes obtained by remote sensing in the modeling of productivity.

The chosen orchard has an area about 5ha and it was planted in 2013 with a 7x5m compass. The used rootstock was Garnem, ensuring the plant a good rooting and vigour. It should also be mentioned that 2016 was the second production year of this orchard in which they were obtain 572 kg of kernel/ha.

During the study, data was collected on 65 trees from an almond orchard. As soon as the data was collected, it was processed and confronted with information collected through remote sensing. This information was collected using a sensor installed on an airplane that captured aerial photographs, visible (RGB) and infra-red to be used in the calculation of the aforementioned vegetative indexes.

Regarding the spatial variability of the plot, the productivity of each tree was, on average, two kilograms of kernels. In terms of core quality, mean values of 4.76% and 13.47 mm were observed for the moisture and medium gauge indicators, respectively. The coefficient of variation for these indicators were 37%, 10.53% and 3.22% for the productivity of each tree (kg kernel / tree), for the moisture and for the average weight, respectively.

In the final phase of this study, through better data modeling, we obtained results that managed to explain, between 22% and 39% of the kernel quality variability, and this variability made more sense by the set of all data in the same model.

Keywords: Precision agriculture; Almond trees; Remote Sensing; Vegetation Indices; Spatial variability.

Índice

Agradecimentos	ii
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
Índice	v
Índice de Figuras.....	vii
Índice de Quadros	ix
1.Introdução	1
2.Revisão Bibliográfica	4
2.1 Cultura da Amêndoa	4
2.2 Botânica e eco-fisiologia da cultura.....	8
2.3 Variedades de amêndoa atualmente bastante utilizadas: “Belona” e “Soleta”	11
2.3.1 Origem	12
2.4 Agricultura de Precisão	14
2.4.1 Conceito	14
2.4.2 Tecnologias	16
2.5 Detecção Remota	22
2.6 Geoestatística	25
2.6.1 IDW	26
2.6.2 Kriging	26
3. Material e Métodos	30
3.1 Descrição geral da parcela	30
3.1.1 Itinerário Cultural	31
3.1.2 Caracterização Climática	31
3.1.3 Caracterização Edáfica	33
3.2 Recolhas de amostras	35
3.3. Recolha de dados	35
3.3.4 Produtividade	36
3.3.5 Rendimento.....	39
3.3.6 Calibre.....	40
3.3.7 Humidade	40
3.3.8 Altura da árvore.....	41
3.3.9 Altura do tronco, perímetro do tronco e número de ramos.....	42
3.3.10 Raio da projeção da copa.....	43
3.3.11 Índices de Vegetação	44
3.3.12 Índices geométricos da copa	46
3.3.13 Análise dos dados	46

4. Resultados e Discussão	48
4.1. Amostras recolhidas no campo	48
4.1.1. Estatística Descritiva	48
4.1.2 Distribuição Espacial	54
4.2 Índices Vegetativos e índices geométricos da copa	57
4.2.1 Estatística Descritiva	57
4.2.2 Distribuição Espacial	59
4.3 Correlação e modelação	60
4.3.1 Análise de correlação	60
4.3.2 Análise de modelação	65
5. Conclusões	69
6. Referências Bibliográficas	71
7. Anexos	79

Índice de Figuras

Figura 1 - Evolução da área (ha) de amendoal em Portugal.....	6
Figura 2 - Evolução da produção (T) de amêndoa com casca em Portugal.....	7
Figura 3 - Produção de amêndoa em Portugal.	8
Figura 4 - Aspeto morfológico de algumas estruturas vegetativas e reprodutivas da amendoeira.	13
Figura 5 - Aspeto de uma árvore ‘Soleta’ com 3 anos.	14
Figura 6 - Ciclo da Agricultura de Precisão.....	15
Figura 7 - Exemplo de várias informações existentes num SIG.....	18
Figura 8 - Espectro da radiação eletromagnética.	22
Figura 9 - NDVI da parcela em estudo.	24
Figura 10 - Fórmula utilizada para o cálculo do variograma.	27
Figura 11 - Gráfico com os vários parâmetros do variograma.	28
Figura 12 - Parcela em estudo.	30
Figura 13 - Diagram Ombrotérmito de Gaussen para a Herdade do Poço da Bomba, período de 2012 a 2016.	32
Figura 14 - Diagram Ombrotérmito de Gaussen para a Herdade do Poço da Bomba, 2016.	32
Figura 15 - Precipitação acumulada durante o ano de 2016, Herdade do Poço da Bomba. .	33
Figura 16 - Tipos de solo presentes na parcela.	34
Figura 17 - Pontos de recolha de dados numerados.	35
Figura 18 - Vibrador hidráulico rebocado pelo trator.....	36
Figura 19 - Colheita de árvores identificadas.....	37
Figura 20 - Amostras antes da despela.	37
Figura 21 – Processo utilizado para remover a resíduos provenientes da vibração de cada árvore: despela.	38
Figura 22 - Amostras após despela.....	38
Figura 23 – Tabela utilizada na medição dos calibres em cada amostra.	40
Figura 24 - Equipamentos utilizados na pesagem e medição da humidade.....	41
Figura 25 - Medição da altura das árvores.	42
Figura 26 - Medição da altura do tronco.	43
Figura 27 - Medição da projeção do raio da copa.....	44
Figura 28 - Carta da quantidade de matéria existente em cada árvore em kg/árvore.	54
Figura 29 - Carta da quantidade de matéria existente em cada árvore após o processo de despela em kg/árvore.....	54
Figura 30 - Carta da variabilidade do número estimado de amêndoas presentes em cada árvore do estudo.	55

Figura 31 - Carta da variabilidade da quantidade de miolo existente em cada árvore (kg/árvore).....	56
Figura 32 - Carta do NDVI de toda a parcela.....	68
Figura 33 - Carta NDVI da copa de cada árvore.....	59

Índice de Quadros

Quadro 1 - Áreas de amendoal no mundo em 2014.	5
Quadro 2 - Lista dos dez maiores produtores de amêndoa em 2014.....	5
Quadro 3 - Itinerário Cultural do pomar em 2016.....	31
Quadro 4 - Caracterização edáfica do perfil presente na parcela do estudo.....	34
Quadro 5 - Estatística descritiva dos dados recolhidos no campo.	49
Quadro 6 - Estatística descritiva dos dados recolhidos na fábrica.	51
Quadro 7 - Estatística descritiva dos dados recolhidos na fábrica transpostos à parcela.	53
Quadro 8 - Estatística Descritiva dos Índices Vegetativos e geométricos das amostras analisadas.	58
Quadro 9 - Análise de correlação das variáveis de campo e de fábrica ($p < 0,05$) com os valores significativamente relacionados a encarnado.....	62
Quadro 10 - Análise de correlação dos dados de deteção remota ($p < 0,05$) com os valores significativamente relacionados a encarnado.....	63
Quadro 11 - Análise de correlação dos dados de deteção remota e os dados recolhidos no campo e na fábrica ($p < 0,05$) com os valores significativamente relacionados a encarnado.....	64
Quadro 12 - Modelos ajustados para a variável dependente Miolo (kg/árvore) com base em dados obtidos no campo. Com coeficientes de regressão estandardizados.....	66
Quadro 13 - Modelos ajustados para a variável dependente Miolo (kg/árvore) com base em dados obtidos por deteção remota. Com coeficientes de regressão estandardizados.	66
Quadro 14 - Melhores modelos ajustados para a variável dependente com coeficientes de regressão estandardizados.....	67

Lista de abreviaturas

BPER - Blue Percentage;

CEBAS – Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura;

CITA - Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria;

DVI - Difference Vegetation Index;

GPOR - Green Percentage;

I - Intensidade;

INRA - Institut national de la recherche agronomique;

IPVI - Infrared Percentage Vegetation Index;

IRTA - Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries;

NDGBI - Normalized Difference Green Blue Index;

NDGRI - Normalized Difference Green Red Index;

NDRBI - Normalized Difference Red Blue Index;

NDVI - Normalized Difference Vegetation Index;

NDVIG - Normalized Difference Vegetation Index – Green;

PCD - Plant Cell Density;

PPR - Plant Pigment Ratio;

PVR - Photosynthetic Vigour Ratio;

RB - Red Blue;

RPER - Red Percentage;

S - Saturação;

SAVI - Soil Adjusted Vegetation Index;

SGB - Subtraction Green Blue.

TVI – Transformed Vegetation Index

1.Introdução

As práticas agronómicas, desde há vários anos até aos dias de hoje, têm-se vindo a alterar em vários aspetos, nomeadamente, nos tipos de culturas que se praticam, as técnicas utilizadas, as indústrias e os mercados, os *inputs* que são aplicados, entre outros. Todas estas alterações ou adaptações têm como principal objetivo um desenvolvimento sustentável e economicamente equilibrado.

Tradicionalmente, de acordo com Rodrigues (2015), a produção agrícola nacional situava-se maioritariamente no Centro e Alentejo onde se cultivavam os cereais de sequeiro. Existia ainda alguma fruticultura pouco expressiva espalhada pelo país, como era o caso do olival, do amendoal e da laranja. Relativamente à horticultura, este tipo de cultura praticava-se principalmente para o autoconsumo à exceção do tomate.

Em 1957 foi elaborado o plano de rega do Alentejo. Com a criação da EDIA (Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas de Alqueva, S.A.) foi possível reiniciar as obras, interrompidas em 1978, relativas ao regadio alentejano. Em 2002, o primeiro concelho a usufruir do Sistema de Alqueva foi o bloco de rega no perímetro de Odivelas tendo a área de regadio evoluído até 2013 para 68000 ha. Em 2014 iniciaram-se as obras dos últimos 30000 ha de regadio, que ainda decorrem nos dias de hoje (EDIA, 2013).

Com a evolução ao nível do regadio houve também uma grande alteração nas práticas culturais passando a existir culturas em solos e clima alentejanos que não teriam lugar em condições extremas de seca e/ou temperatura. Desta forma, grandes extensões de cereais de sequeiro começaram a dar lugar a olivais intensivos e super-intensivos e começaram a surgir os cereais de regadio com maiores potenciais produtivos. Os agricultores começaram a aproveitar pequenas parcelas para a prática hortícola rentabilizando assim as suas explorações. Os primeiros pomares de amêndoa regados apareceram há relativamente pouco tempo e têm vindo a expandir-se cada vez mais.

A amêndoa é considerada uma cultura mediterrânea que, para além de suportar bem condições extremas, também apresenta excelentes resultados quando cultivada em regadio. Os principais locais de produção são Espanha e a Califórnia com mais de 50% de toda a produção mundial, (Rodrigues, 2015). Comparando as condições climáticas destes países com as de Portugal podemos concluir que este reúne condições

favoráveis à instalação desta cultura. Desta forma, vários agricultores entenderam que poderia ser uma alternativa de sucesso no nosso país e instalaram alguns hectares de amendoal, de tal forma que, atualmente, esta cultura ocupa uma área bastante significativa na região do Alentejo. É importante realçar as condições edafo-climáticas do Alentejo, mas, é também de igual importância, referir o Alqueva como uma grande ajuda aos agricultores relativamente à plantação destes pomares.

Como foi referido anteriormente, foram várias as alterações na agricultura, especialmente ao nível tecnológico e cultural. Com estas alterações os agricultores começaram a deparar-se com novas ferramentas e condições para aumentar os potenciais produtivos das suas parcelas. Assim, começaram cada vez mais a intensificar as práticas agrícolas e a instalar culturas mais exigentes do ponto de vista hídrico e fitossanitário. Os recursos hídricos e, especialmente, as aplicações fitossanitárias são fatores com grande peso no que toca a questões ecológicas e ambientais, de tal forma que devem ser tomados em conta pelo agricultor aquando da rega, tratamentos e/ou fertilizações. Assim sendo, uma das soluções visíveis para este tipo de situações é a aplicação de *inputs* no local certo e na quantidade necessária adotando assim um modo de agricultura mais precisa.

De acordo com Mare *et al.* (2016), a agricultura de precisão requer a utilização de diferentes tipos de tecnologias com o objetivo de otimizar a produtividade agrícola através da gestão da variabilidade. Contudo, é fundamental que o agricultor pondere e observe se realmente é necessário e rentável à exploração adotar certo tipo de tecnologias. Coelho *et al.* (2003), acrescentam ainda que a redução do impacto ambiental, resultante da atividade agrícola, é também um objetivo de elevada importância ao qual a agricultura de precisão está associada. Torna-se assim possível que o agricultor aumente as suas produtividades diminuindo os custos relacionados com a produção e que promova a diminuição dos impactos ambientais derivados da sua atividade.

Uma das tecnologias associadas à agricultura de precisão é a deteção remota a qual, segundo Braga (2009), é vista como o registo da radiação emitida ou refletida pela superfície terrestre com diversos comprimentos de onda do espectro eletromagnético. Esta tecnologia irá ter um papel fundamental neste estudo sendo a base para a medição da variabilidade espacial da parcela.

Os objetivos desta dissertação são:

- Avaliar a variabilidade espacial da produtividade e qualidade do miolo num pomar de amendoeiras;
- Modelação da produtividade num pomar de amendoeiras com base em dados recolhidos por Deteção Remota e/ou dados de campo.

Este estudo é importante do ponto de vista da cultura em si porque, para além de ser possível obter uma relação entre os índices vegetativos e a produtividade do pomar, o estudo permite-nos ainda registar e sinalizar as zonas de menor produtividade tentando perceber as causas desse efeito.

Atendendo à dimensão que esta cultura está a atingir na região do Baixo Alentejo, é de total interesse continuar a estudar o seu comportamento ao longo do ciclo bem como adquirir dados referentes aos índices vegetativos em várias parcelas da região. Desta forma, poderá tornar-se possível ajudar os vários agricultores e produtores de frutos secos na tomada de decisão relativamente ao que fazer nas suas parcelas.

2.Revisão Bibliográfica

2.1 Cultura da Amêndoa

De todos os frutos de casca rija, podemos identificar a amêndoa como sendo o fruto mais antigo originário do sudoeste asiático, expandindo-se, a partir daí, para outras regiões e continentes, (Ladizinsky, 1999). Como é referido por Monteiro *et al.* (2003), a expansão deste fruto, bem como o seu melhoramento, deveu-se em grande parte ao Homem, uma vez que a semente tanto é o meio de propagação da cultura, como a parte comestível do fruto, daí a sua expansão passar pelas rotas comerciais da época. Numa fase inicial da expansão, o fruto foi transportado através de caravanas na Rota da Seda até à costa Oriental do Mediterrâneo, (Fernández i Martí *et al.*, 2015). Quando chegou à Grécia, a cultura foi transmitida aos romanos, os quais a levaram para Espanha de onde partiu para a América, mais propriamente para os Estados Unidos e para o México, (Rigau, 1988). Na Califórnia, a amêndoa foi introduzida por missionários Espanhóis tendo, a maioria das cultivares comerciais, origem em cultivares da região de Languedoc, do sul de França, (Fernández i Martí *et al.*, 2015). Com o decorrer do tempo, a amendoeira tem sido espalhada por todo o mundo através da ação do Homem, (Homet-Gutiérrez *et al.*, 2015).

Em 2014, de acordo com o Quadro 1, dos dez países com maior superfície de amendoal plantada no mundo, podemos identificar Espanha, os Estados Unidos da América e a Tunísia, como sendo os países onde esta cultura existe com maior abundância. Portugal encontra-se logo a seguir à Austrália com uma área de cerca de 29 mil hectares de amendoal.

Quadro 1 - Áreas de amendoal no mundo em 2014.

Países	Área (ha)
Espanha	527058
Estados Unidos da América	352077
Tunísia	194620
Marrocos	159100
República Islâmica do Irão	83716
República Árabe da Síria	71956
Líbia	56761
Itália	54780
Argélia	48222
Austrália	28967

Adaptado da FAO

Relativamente à produção mundial, destacam-se os Estados Unidos da América, Espanha e Austrália, como os três grandes produtores deste fruto. Em 2014, estes três países destacaram-se dos restantes, estando os Estados Unidos da América largamente diferenciados (Quadro 2).

Quadro 2 - Lista dos dez maiores produtores de amêndoa em 2014.

País	Produtividade (T)
Estados Unidos da América	1545500
Espanha	195704
Austrália	160000
República Islâmica do Irão	111936
Marrocos	101026
Itália	74016
Turquia	73230
Tunísia	66700
Argélia	64827
China	44178

Adaptado da FAO

Em Portugal, existem informações, referentes a Trás-os-Montes e Alto Douro, que datam do início do século XX, identificando uma vasta gama de variedades locais que, com o passar do tempo foram desaparecendo, (Monteiro *et al.*, 2003). De acordo com Cordeiro *et al.* (1997), para além de Trás-os-Montes, o Algarve é também considerado uma região de referência na produção deste fruto, em que, embora a sua prática date de há largos anos, as condições ambientais deste local são limitadas. No entanto, a prática desta cultura tem um papel muito importante em Portugal atendendo à quantidade de agricultores envolvidos na atividade, a elevada qualidade de frutos produzidos e a área que esta cultura ocupa no país, (Cordeiro *et al.*, 1997).

Observando a figura 1, conclui-se que a área de pomares de amendoeiras, em Portugal, tem vindo a decrescer, tendo o valor mínimo de 26800 ha no ano de 2010. De 1996 até 2014, estimou-se um decréscimo de cerca de 30% relativamente à área ocupada por esta cultura, em Portugal.

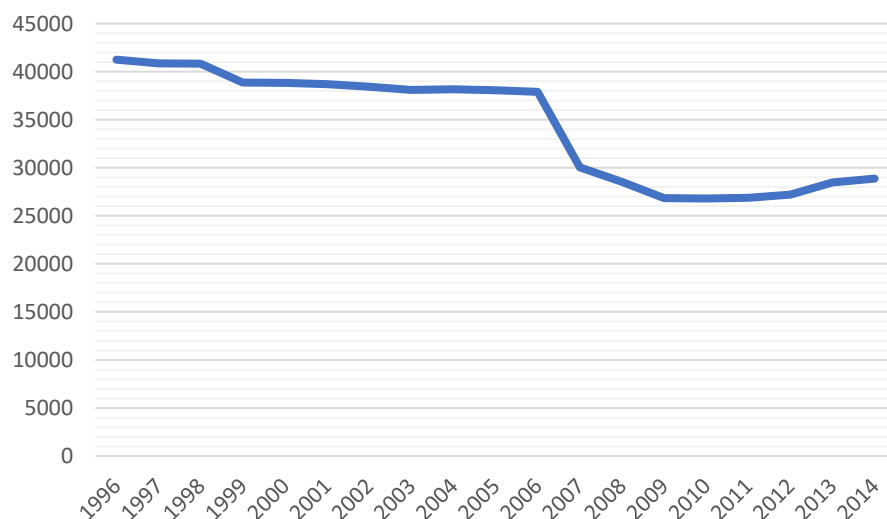


Figura 1 - Evolução da área (ha) de amendoal em Portugal.

Fonte – FAO (2015)

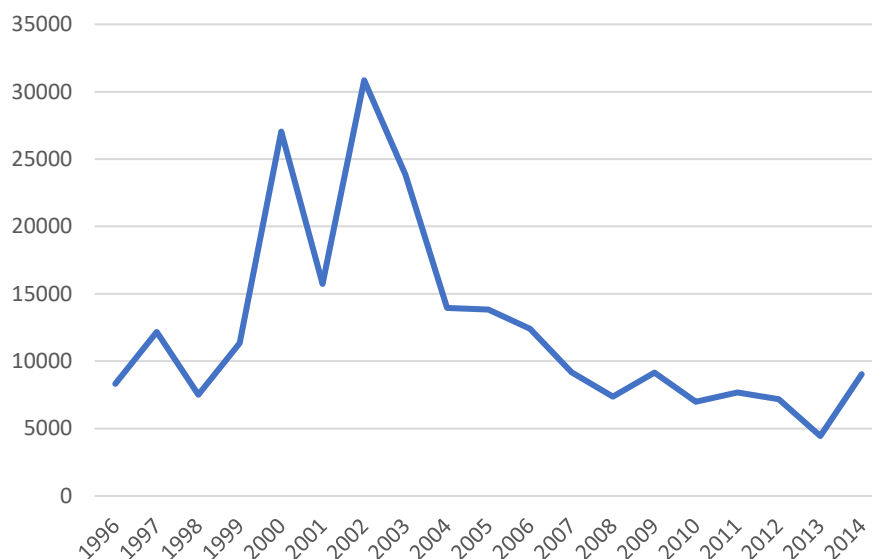


Figura 2 - Evolução da produção (T) de amêndoa com casca em Portugal.

Fonte – FAO (2015)

É possível observar, através do gráfico da figura 2, que existiram dois grandes picos na produção desde os últimos 20 anos. O primeiro registo ocorreu no ano 2000 e o segundo ocorreu sensivelmente em 2002 com produções na ordem das 27 mil toneladas e 31 mil toneladas, respetivamente. A partir do ano 2002, a produtividade tem vindo a diminuir registando-se um pequeno aumento entre 2013 e 2014. De acordo com o Instituto Nacional de Estatística (INE) (2014), a causa para a baixa produtividade dos pomares em 2013, foi o envelhecimento da maioria das árvores existentes e intempéries verificadas à floração e ao vingamento dos frutos. Estes fatores fizeram com que este ano fosse considerado o pior ano de campanha das últimas duas décadas, (Instituto Nacional de Estatística (INE), 2014).

A figura 3, mostra-nos a comparação entre a produção de amêndoa registada desde 2009 até 2013 e a média do último quinquénio, onde é possível observar os baixos indicadores deste último ano.

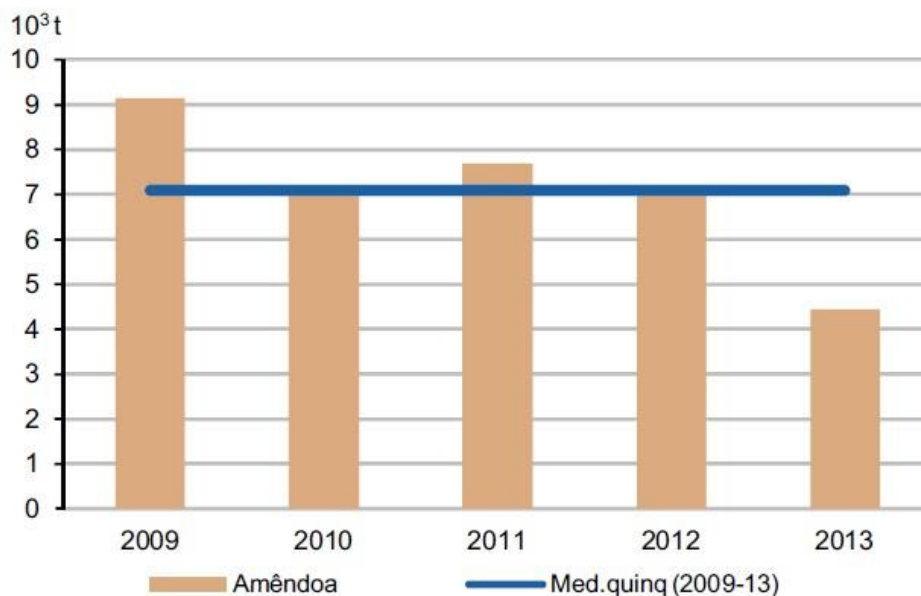


Figura 3 - Produção de amêndoa em Portugal.
(Fonte – INE.)

2.2 Botânica e eco-fisiologia da cultura

A amêndoa é um fruto produzido através de semente em países com clima mediterrâneo, (Felipe, 1992), estando a sua árvore inserida na família das *Rosaceae* e no género *Prunus*. Agustí (2004), identifica a amendoeira como uma árvore de folha caduca, alta e de porte erguido, em que, de acordo com Monteiro *et al.* (2003), a parte comestível do fruto é a própria semente que é também o meio de propagação.

Quanto à estrutura da árvore, esta apresenta geralmente dimensões médias, variando entre 4-6 metros, (Monteiro *et al.*, 2003). De acordo com Grasselly *et al.*, 1984, estas árvores podem atingir alturas de 8 a 10 metros quando cultivadas em regadio. O tronco destas árvores tem tendência a crescer inclinado e o seu crescimento é condicionado pela variedade, clima, solo, regadio e técnicas culturais, (Grasselly *et al.*, 1984, Monteiro *et al.*, 2003). Agustí (2004), refere ainda que, os troncos destas árvores vão-se alterando com o passar dos tempos. Numa fase inicial os ramos e troncos são lisos tornando-se rugosos, gretados e escuros, numa fase posterior, (Grasselly *et al.*, 1984). O desenvolvimento vertical destas árvores está dependente do método de condução utilizado. Desta forma Lyle (2006), refere que existem duas formas de conduzir a amendoeira, deixando o centro aberto ou deixando um ramo central. É ainda importante podar a madeira velha da árvore, isto porque os frutos presentes em ramos com 4 ou 6

anos vão desaparecendo e a poda estimula novos rebentos, (Lyle, 2006). Em variedades precoces, a floração ocorre de janeiro a março e a maturação decorre de agosto a outubro, (Grasselly *et al.*, 1984).

Relativamente às folhas, a amendoeira possui folhas caducas, simples e verde-claras, com uma forma lanceolada e pouco serrilhadas nos bordos, (Agustí, 2004; Monteiro *et al.*, 2003). De acordo com Grasselly *et al.* (1984), as variedades mediterrânicas apresentam folhas com aspeto longo e estreito. Monteiro *et al.* (2003), refere ainda que as folhas da amendoeira possuem apenas uma nervura principal.

Quanto ao fruto, a amêndoa é uma drupa com forma ovoide e o seu peso pode variar de 8 a 20 gramas, (Grasselly *et al.*, 1984; Monteiro *et al.*, 2003). A amêndoa possui mesocarpo e endocarpo. Quando falamos em mesocarpo referimo-nos a um tecido fibroso, coberto pelo pericarpo, que possui uma cor verde acinzentada. O mesocarpo, durante a maturação do fruto começa a abrir longitudinalmente e aí surge o endocarpo. O endocarpo, também chamado “casca”, pode ser grosso, fino, rijo ou mole, podendo a sua consistência variar com a idade da árvore ou com as condições de cultivo, contendo, no seu interior a semente. O endocarpo é uma estrutura importante na amendoeira pois é uma das formas que existem para identificar as inúmeras variedades existentes, (Grasselly *et al.*, 1984; Monteiro *et al.*, 2003). A única parte comestível do fruto é a semente, que está inserida no interior do endocarpo, (Agustí, 2004; Grasselly *et al.*, 1984). Embora a indústria tenha preferência por apenas uma semente por endocarpo, cada endocarpo pode possuir uma ou duas sementes, (Grasselly *et al.*, 1984).

Os dois tecidos da amêndoa, mesocarpo e endocarpo, têm várias utilidades. Para o mesocarpo, identifica-se a alimentação animal devido ao valor nutricional. Relativamente ao endocarpo, este pode ser utilizado para polir alguns tipos de metais quando reduzido a pó, pode ser utilizado como combustível por ter elevada capacidade energética e por último, com menos expressão, pode ser utilizado no processo de produção de carvão, (Grasselly *et al.*, 1984; Monteiro *et al.*, 2003).

As flores das amendoeiras são estruturas vegetativas que apresentam órgão masculinos e femininos e são compostas por cinco sépalas e cinco pétalas, classificadas por isso como sendo do tipo 5. Relativamente às estruturas masculinas, a flor possui um número variável de estames livres podendo variar de 20 a 40, (Grasselly *et al.*, 1984;

Monteiro *et al.*, 2003). Monteiro *et al.* (2003), quanto à parte feminina, refere ainda que a flor é constituída apenas por um ovário com dois óvulos e, na maioria dos casos, um dos óvulos aborta evitando que sejam produzidas duas sementes gêmeas.

Um dos grandes problemas identificados na produção de amêndoas é a fraca polinização, (Miarnau *et al.*, 2010; Monteiro *et al.*, 2003). Caballero (2010), identifica como principais causas da fraca polinização dos pomares, em Espanha, a falta de sincronização das variedades relativamente à época de floração, a ausência de variedades polinizadores e de agentes polinizadores nos pomares. Desta forma, foi necessário criar novas variedades auto férteis em que a árvore produz o seu próprio pólen na altura da floração, (Miarnau *et al.*, 2015). Assim, torna-se possível plantar árvores da mesma variedade em que, o facto de serem auto compatíveis e auto fecundantes, torna a polinização menos dependente dos insetos polinizadores, (Arquero, 2013). Contudo, continua a ser aconselhável a colocação de colmeias nos pomares e, em grandes áreas de amendoal, é vantajoso colocar mais do que uma variedade com épocas de floração coincidentes, (Arquero, 2013; Miarnau *et al.*, 2010).

Por último, as melhorias genéticas não têm apenas como objetivo criar variedades auto compatíveis e auto fecundantes, tanto que Miarnau *et al.* (2015), identificam características para as novas variedades como floração tardia, evitando danos devido a geadas, altas produtividades, boa qualidade do fruto, facilidade na formação e poda das árvores, equilíbrio no vigor e tolerância a condições adversas. Arquero (2013), identifica o INRA, o CEBAS, o CITA e o IRTA como algumas instituições responsáveis pela obtenção dessas novas variedades.

Como já foi anteriormente referido, a parte comestível do fruto é a semente e, quanto a esta estrutura, Monteiro *et al.* (2003), referem que se apresenta revestida por uma película, mais ou menos lisa e que a sua coloração varia em tons acastanhados. Grasselly *et al.* (1984), adiantam ainda que o peso por semente pode variar de 0,5 a 1,5 gramas e que estas possuem formas variadas. Monteiro *et al.* (2003), concluem que a forma do fruto é um importante fator tido em conta na utilização futura da amêndoa, isto é, amêndoas compridas e achatadas são mais cobiçadas para serem cobertas com açúcar, ao contrário de amêndoas pequenas e arredondadas, que são preferidas para serem achocolatadas.

Sendo uma cultura com origem em regiões de fraca pluviosidade, a amendoeira desenvolveu um sistema radicular vigoroso, pouco ramificado e que a fixa fortemente ao solo, (Grasselly *et al.*, 1984). É certo ainda que, a evolução deste depende do porta-enxerto utilizado, do tipo de propagação, dos genes da planta, da forma como foi transplantado e do solo em que a planta se encontra instalada, (Monteiro *et al.*, 2003). As raízes da amendoeira adaptam-se ao meio em que se encontram, assim sendo, plantas que se encontrem em solos soltos e bem drenados poderão possuir raízes com comprimentos que podem atingir os 4 metros em que, cerca de 80% da massa radicular se encontra entre os 0,6 metros e 1 metro de solo. Em casos em que as condições sejam muito favoráveis ao desenvolvimento chegam a atingir 10 a 12 metros, (Monteiro *et al.*, 2003). Para que o desenvolvimento radicular da amendoeira ocorra de uma forma saudável é necessário haver cuidado da parte do agricultor nos processos de transplante e drenagem visto que é uma árvore sensível ao transplante e à asfixia radicular, (Grasselly *et al.*, 1984; Monteiro *et al.*, 2003).

2.3 Variedades de amêndoa atualmente bastante utilizadas: “Belona” e “Soleta”

Como causas principais das baixas produtividades dos pomares de Espanha identificam-se as geadas, a fraca polinização e, conseqüentemente, a má nutrição das plantas. Deste modo, devido a todos estes fatores, para se atingirem produções elevadas e estáveis, deu-se início a um programa de melhoria genética no qual foram definidos objetivos principais como a autogamia e floração tardia, a resistência a geadas e a melhoria na qualidade dos frutos, (Company *et al.*, 2006).

Em Espanha, na década de 90, ocorreram grandes alterações do ponto de vista das variedades de amêndoa cultivadas. Estas alterações ocorreram devido à divulgação de novas variedades obtidas em programas de melhoramento em França e Espanha. As variedades tradicionais, como é o exemplo das variedades ‘Marcona’ e ‘Desmayo Largueta’, sendo duas variedades muito conhecidas em Espanha devido ao facto do seu fruto ser muito apreciado na região, possuem também limitações importantes, (Miarnau *et al.*, 2010).

Recentemente, têm surgido novas variedades espanholas com características muito interessantes e que começaram rapidamente a ser adotadas pelos agricultores, (Bernis, n.d.). Miarnau *et al.* (2010), referem que ‘Constanti’, ‘Marinada’, ‘Tarraco’, ‘Vairo’ (IRTA),

'Belona', 'Soleta', 'Mardía' (CITA) e 'Penat' e 'Tardona' (CEBAS – CSIC) foram as variedades que começaram a surgir nos pomares de Espanha.

Das variedades anteriormente referidas fazem parte as duas variedades existentes na propriedade onde o estudo foi efetuado, nomeadamente 'Belona' e 'Soleta'.

2.3.1 Origem

As variedades 'Belona' e 'Soleta', surgem em Espanha como alternativa comercial às variedades tradicionais existentes, 'Marcona' e 'Desmayo Largueta', por serem variedades muito idênticas do ponto de vista de aspeto e qualidade industrial. Para além da sua qualidade, surgiram através de um programa de melhoramento da Unidade de Fruticultura do Centro de Investigação e Tecnologia Agroalimentar (CITA) de Aragão, (Company *et al.*, 2006).

Em 1988, estas variedades selecionaram-se através de uma polinização artificial, em que se cruzou a seleção E-5-7, conhecida hoje em dia como 'Blanquerna', com a variedade francesa 'Belle d'Aurons'. O objetivo de cruzar estas duas seleções assentou no facto de se querer reunir características como a auto compatibilidade, vinda da seleção E-5-7, e a qualidade dos frutos produzidos transmitida pela seleção 'Belle d'Aurons', (Company *et al.*, 2006).

2.3.1.1 'Soleta'

A variedade 'Soleta' é a variedade existente na parcela em estudo. Trata-se de uma variedade de floração tardia, com flores brancas e tamanho variável de médio a grande em que estas se situam principalmente nos ramos de maio. As árvores possuem uma elevada densidade floral, um vigor médio e um porte semi-aberto, (Figura 4). Relativamente ao fruto, esta variedade é caracterizada por possuir frutos de casca rijas. Os frutos detêm uma forma elíptica, um rendimento de 27% a 35% e o miolo existente tem um peso médio de 1,27 gramas, (Company *et al.*, 2006).



Figura 4 - Aspeto morfológico de algumas estruturas vegetativas e reprodutivas da amendoeira.

Fonte – Autor

Esta variedade é caracterizada por ser autogâmica, ou seja, não é necessário haver polinização cruzada. Contudo, poderá haver polinização se, na mesma parcela, existirem árvores com épocas de floração coincidentes. Esta característica da variedade dá-se devido à morfologia da flor, em que os estames estão em contacto com os estiletes, favorecendo o processo, (Company *et al.*, 2006).



Figura 5 - Aspeto de uma árvore ‘Soleta’ com 3 anos.

Fonte – Autor

2.4 Agricultura de Precisão

2.4.1 Conceito

As práticas agrícolas tradicionais baseiam-se no facto do solo ser todo homogéneo, estando as formas de gestão das parcelas associadas à aplicação de inputs considerando que não existe variabilidade, (Nahry *et al.*, 2011; Coelho *et al.*, 2003). Deste modo, Tschiedel *et al.* (2002), referem que a agricultura de precisão vai reverter esta forma de encarar as práticas agrícolas fazendo com o que o agricultor passe a aplicar os inputs nos locais corretos e em quantidades ideais.

Segundo Auernhammer (2001), a agricultura de precisão tornou-se um tema de pesquisa a nível mundial no final do século XX. Tudo isto foi surgindo porque começou a integrar-se a tecnologia da informação em máquinas, tratores e alfaías agrícolas e, atualmente, esta prática já tem alguma dimensão no mundo agrícola. Braga (2016), refere que este tema faz com que haja um conhecimento mais pormenorizado da parcela onde a variabilidade temporal e espacial da mesma são geridas tendo como

objetivo melhorar o rendimento económico da atividade agrícola. Desta forma, a agricultura de precisão é um conjunto de processos, nomeadamente, recolha de dados, conversão desses dados em conhecimento e, por último, aplicação desse conhecimento em locais específicos da parcela, (WVU, 2008). Contudo, não desvalorizando as tecnologias geo-espaciais, a agricultura de precisão gira em torno da gestão da informação e do conhecimento agronómico, (Braga *et al.*, 2011), (Figura 6).

Coelho *et al.* (2009), Patanita *et al.* (2014) e Braga *et al.* (2011), referem que os objetivos da agricultura de precisão passam por dois importantes aspetos, nomeadamente, o aumento dos rendimentos da atividade e a redução dos impactos ambientais causados pela mesma, assentando esta filosofia no facto de produzir mais com menos e aplicar apenas o necessário às culturas.

Por fim, assumindo a variabilidade espacial existente numa parcela, o principal objetivo da agricultura de precisão é a gestão dessa mesma variabilidade, (Coelho *et al.*, 2003)

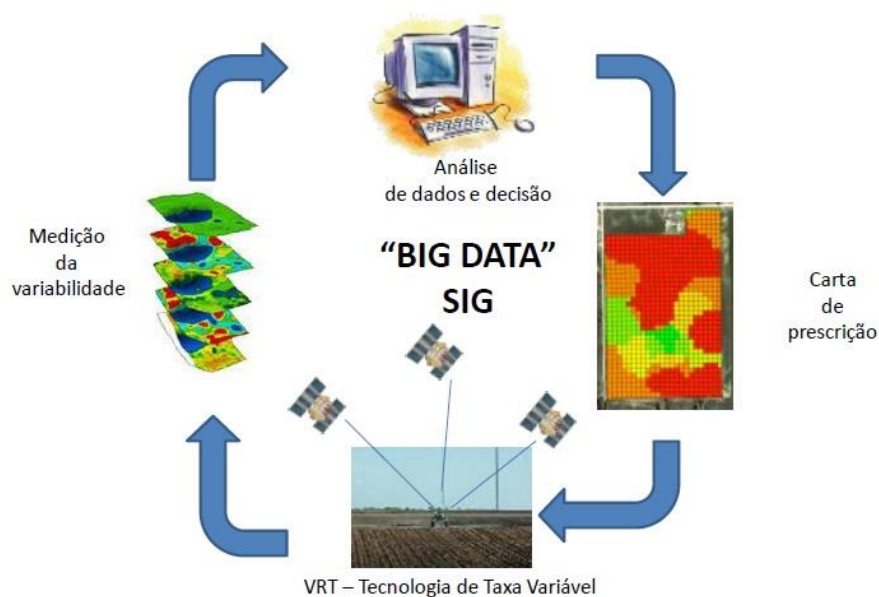


Figura 6 - Ciclo da Agricultura de Precisão.

Fonte – Braga, (2016)

Relativamente ao tempo, as práticas agrícolas de precisão, podem ser classificadas como sendo de “curto prazo”, “médio-longo prazo” e em “ciclo”, sendo estas últimas as

mais comuns na atividade que ocorrem de acordo com a aferição de vários fatores limitantes ao longo de várias campanhas, (Braga *et al.*, 2011).

2.4.2 Tecnologias

Como já mencionado anteriormente, o principal objetivo da agricultura de precisão centra-se na gestão da variabilidade verificada na parcela, sendo para isso necessário verificar se efetivamente existe ou não variabilidade. Desta forma, são adotadas, pelo agricultor, as tecnologias necessárias que, de acordo com McBride *et al.* (2003), possibilitam uma forma de gerir a variabilidade dos sub-solos, pragas, paisagens e microclimas, de forma a equilibrar espacialmente os consumos com o objetivo de maximizar os lucros e reduzir os potenciais riscos ambientais. A medição da variabilidade e a geo-referenciação das diferentes zonas específicas é uma das fases do ciclo da agricultura de precisão, (Figura 6).

Sendo, na maioria dos casos práticos, necessário recorrer a tecnologias geo-espaciais, sobretudo quando se tratam de áreas muito extensas, a utilização dessas tecnologias deverá estar associada à forma como o agricultor entende que a sua aquisição é necessária, recomendável ou economicamente viável à exploração, (Braga, 2009).

Dentro das várias tecnologias existentes, Krishna (2013), considera que, em qualquer região agrícola, com práticas de Agricultura de Precisão, existem pelo menos componentes como o Sistema de Posicionamento Global (GPS), os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Tecnologias de Taxa Variável (VRT) e a Detecção Remota (DR).

2.4.2.1 Sistema de Posicionamento Global (GPS)

O desenvolvimento do sistema GPS teve início em 1973, tendo sido desenhado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos com o objetivo de fornecer a posição instantânea, a velocidade e a hora de qualquer ponto existente na superfície terrestre ou próximo dela. Em 1991 entrou em elaboração, tendo sido concluído em 1993 o conjunto dos satélites utilizados pelo sistema, (Vicente *et al.*, 2002).

O GPS (Sistema de Posicionamento Global) é um sistema que tem como base um conjunto de satélites presentes na órbita terrestre, fornecendo ao utilizador uma posição

precisa durante 24h por dia num sistema tridimensional, (Dana, 1997). De acordo com Steven *et al.* (1997), os satélites emitem sinais eletrónicos que podem ser recebidos por componentes de campo móveis, os quais são sensíveis à transmissão de frequência. Deste modo, o posicionamento efetuado por este sistema é realizado através do uso simultâneo de transmissões recebidas de quatro ou mais satélites no horizonte.

O sistema tridimensional consiste na triangulação entre o tempo que o sinal demora a deslocar-se desde o transmissor até ao recetor e a localização exata do satélite, sendo assim possível determinar a localização do recetor, (Steven *et al.*, 1997). Steven *et al.* (1997), referem que existe uma constelação de vinte e quatro satélites dos quais, pelo menos, quatro são visíveis de qualquer ponto do globo, 24 horas por dia, e Coelho *et al.* (2003), acrescentam ainda que esse acontecimento é possível devido à forma como as órbitas dos satélites estão dispostas.

Por fim, Coelho *et al.* (2003), afirmam que o GPS está na base de quase todos os sistemas de agricultura de precisão, sendo uma tecnologia necessária para determinar a localização geográfica precisa de cada um dos pontos utilizados na amostra para medição da variabilidade espacial de alguns fatores de uma parcela.

2.4.2.2 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Zhang *et al.* (1999), reforça a ideia anteriormente referida de que os principais fatores envolvidos na agricultura de precisão englobam sensores, localizadores, controladores e um sistema de informação de campo, essencialmente designado como sistema de informação geográfica (SIG) ao nível da parcela.

Os SIG são um conjunto de computadores que auxiliam na recolha, armazenamento, recuperação, atualização, manipulação e análise de dados, (Krishna, 2013). Steven *et al.* (1997), referem que a informação introduzida nos SIG provém de dados não tratados, os quais poderão fornecer informação relativamente à variabilidade espacial da parcela no que diz respeito a fatores de produção. Com a ajuda destes sistemas torna-se também possível integrar informação referente ao histórico da parcela, à fertilidade do solo, ao manejo cultural e à projeção da produtividade, (Krishna, 2013).

Coelho *et al.* (2003), identificam cinco recursos que constituem um SIG:

- Pessoas;
- Dados;
- Procedimentos;
- Software;
- Hardware.

O primeiro SIG surgiu no Canadá, nos anos 60, em que o principal objetivo era a resolução de problemas relacionados com a produção de mapas. A partir dos anos 70 a tecnologia começou a sofrer alguns avanços ao nível de armazenamento, velocidade de processamento, interação com o utilizador e redução de custos, surgindo assim as primeiras empresas do ramo. No final dos anos 80 foi criado o Centro Nacional de Informação Geográfica (CNIG) em Portugal e, no início dos anos 90, estabeleceram-se as maiores empresas do mundo dos SIG, (Coelho *et al.*, 2003).

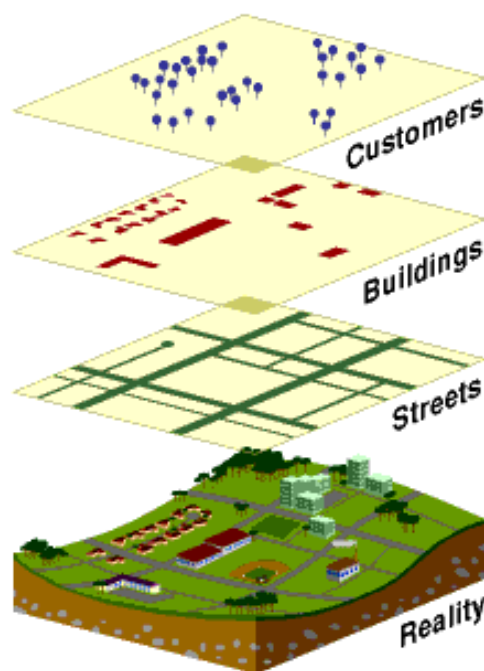


Figura 7 - Exemplo de várias informações existentes num SIG.

Fonte - Coelho *et al.* (2003)

Embora exista uma elevada gama de softwares, com preços variáveis e, todos eles, com capacidade de exibir dados georreferenciados, a adoção de um determinado software está dependente da complexidade dos dados a introduzir. Assim sendo, um

software mais simples consegue mapear apenas um conjunto de dados enquanto que, para um conjunto de dados com algum nível de complexidade já é necessário a adoção de um software mais avançado, (Steven *et al.*, 1997).

2.4.2.3 Condutividade Elétrica do Solo

De acordo com Corwin *et al.* (2005), os sistemas culturais são influenciados por propriedades edáficas ou relacionados com o solo quando nos deslocamos de uma parcela para outra numa área variável. Assim, Sudduth *et al.* (2005), referem que, para a agricultura de precisão, é fundamental a existência de métodos eficientes e precisos para as medições das variações das propriedades do solo.

A condutividade elétrica aparente (CEa) é definida como uma medida que tem por base dados fornecidos por sensores retratando propriedades físicas e químicas dos solos, nomeadamente, (Sudduth *et al.*, 2005):

- Salinidade;
- Teor de argila;
- Capacidade de Troca Catiónica (CTC);
- Mineralogia da argila;
- Tamanho e distribuição dos poros do solo;
- Teor de humidade do solo.

De acordo com Corwin *et al.* (2003), o principal mecanismo que causa a acumulação de sais nos solos é a evapotranspiração, ficando estes retidos quando a água da rega se evapora. Desta forma, no âmbito da agricultura de precisão, a CEa tornou-se numa das medidas mais fiáveis e utilizadas para a caracterização da variabilidade das parcelas.

2.4.2.4 Monitores de Produtividade

Segundo Vellidis *et al.* (2001), o componente mais importante da agricultura de precisão é o monitor de produtividade sendo definido como um sensor ou grupo de sensores instalado(s) nos equipamentos de colheita que registam a dinâmica da variabilidade espacial da produtividade. Os monitores instalados vão ainda recolhendo e guardando dados automaticamente durante a colheita, (Zhang *et al.*, 2008). Geralmente os registos

de produtividade estão associados a dados de locais específicos, na forma de latitude e longitude, fornecidos por um recetor GPS, criando assim um mapa de rendimentos, (Vellidis *et al.*, 2001).

Estes equipamentos têm elevada importância na gestão das culturas porque permitem que o agricultor consiga gerir a sua cultura em locais específicos, melhorando os rendimentos em zonas de baixas produtividades ou centrando-se apenas nos locais em que a produtividade é maior. Assim Lee *et al.*, (2002), identificam este processo como o primeiro passo para a gestão das culturas. Os mapas de produtividade juntamente com os SIG tornam possível a utilização do VRT em operações culturais posteriores, (Penteado, 2014). Desta forma, vão sendo executadas etapas do ciclo da agricultura de precisão.

2.4.2.5 Tecnologias de Taxa Variável (VRT)

Du *et al.* (2008), identificam as tecnologias de taxa variável como sendo um método utilizado para controlar a variabilidade dentro da parcela, permitindo a aplicação de taxas variáveis de vários inputs como semente, fertilizantes, produtos fitofarmacêuticos e mobilizações. Através do VRT é possível aplicar o necessário onde é necessário, melhorando ou maximizando a eficiência dos fatores culturais e do rendimento da parcela, (Sawyer, 1994).

Existem registos, em 1929, da Universidade de Illinois, em que foram efetuados procedimentos relacionados com o mapeamento do pH de amostras de solo e aplicação de calcário em taxas variáveis, (Sawyer, 1994).

De acordo com Coelho *et al.* (2003), as aplicações através de VRT podem ser efetuadas no tempo e no espaço sendo que, no espaço, esta prática pode ser de acordo com dois métodos distintos, mapas ou sensores. Através de mapas, Yang (2001) indica que esta tecnologia funciona por meio de um computador instalado na cabine do trator com um software carregado, um recetor GPS e um controlador. O software possui os mapas VRT, o recetor GPS indica o posicionamento da máquina e o controlador controla as taxas de acordo com as ordens do computador. Tendo como base o sistema de sensores, as aplicações podem ser efetuadas em tempo-real, (Coelho *et al.*, 2003).

Como já mencionado anteriormente, esta tecnologia possibilita a aplicação do necessário no local correto diminuindo custos. Contudo, contrariamente à sua popularidade relativamente à aplicação de fertilizantes, o mesmo não se verifica no combate a infestantes devido à complexidade da planta nomeadamente, tamanho, densidade e composição, (Du *et al.*, 2008).

2.4.2.6 Detecção Remota

De acordo com Silva *et al.* (2010), a deteção remota é uma técnica baseada na transferência de informação através de radiação eletromagnética que permite ao agricultor obter informação, sobre um objeto ou fenómeno, através da recolha de dados por um dispositivo que não está em contacto com esse objeto ou fenómeno.

Seelan *et al.* (2003), relatam a utilização de imagens aéreas com o objetivo de mapear recursos do solo, afirmando que os benefícios da utilização de imagens espaciais na agricultura são conhecidos desde essa altura. Nos dias de hoje, as tecnologias de deteção remota fornecem informações cada vez mais eficientes, completas, precisas e oportunas, sendo esta técnica considerada uma ferramenta de gestão prática das culturas em locais específicos, (Liaghat *et al.*, 2010).

Em 1984, Jackson identificou quatro requisitos principais para os sistemas de deteção remota relativamente à gestão das parcelas:

1. Cobertura frequente (Resolução temporal);
2. Entrega rápida de dados;
3. Resolução espacial de 5 – 25 metros;
4. Relação de dados meteorológicos com dados agronómicos através de sistemas especializados.

Em 1985, Bauer foi a primeira pessoa a utilizar dados espectrais, combinando-os com dados meteorológicos, de solo e outros parâmetros, com o objetivo de monitorizar o crescimento e o rendimento das culturas, (Seelan *et al.*, 2003). Este tema será mais aprofundado nos tópicos seguintes por ter tido um importante papel nos resultados desta dissertação.

2.5 Detecção Remota

A técnica da detecção remota tem como base a emissão de energia, sob a forma de radiação eletromagnética, (Silva *et al.*, n.d). Coelho et al. (2003), indicam 3 componentes que constituem esta técnica:

1. Um emissor de radiação (Natural ou artificial);
2. A superfície terrestre;
3. Um sensor que capta a energia emitida ou refletida pela superfície terrestre.

Para monitorizar a reflexão dessa radiação, Thorp *et al.* (2004), identificam vários sistemas de sensores nomeadamente, terrestres, aéreos ou satélites, sendo ainda utilizados tratores e sensores portáteis para este processo, (Mulla, 2013).

A radiação eletromagnética caracteriza-se por possuir varias vertentes sendo elas a energética, temporal e espacial. Este tipo de radiação varia também com a orientação e é composta por vários comprimentos de onda (Silva *et al.*, n.d).

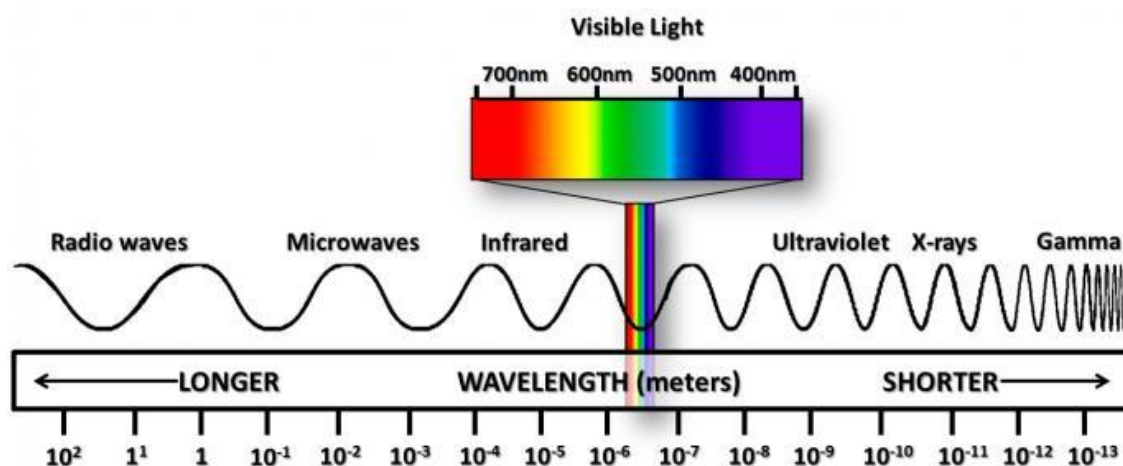


Figura 8 - Espectro da radiação eletromagnética.

Fonte - Climate Science Investigations

Os sensores anteriormente referidos têm a capacidade de detetar uma forma de radiação eletromagnética chamada luz visível, semelhantemente ao olho humano.

Contudo, existem ainda vários tipos de radiação que se agrupam de acordo com o comprimento de onda que são as ondas rádio, ondas de calor, micro-ondas, radiação ultravioleta, raios-X e raios gama (Figura 8) (Thorp *et al.*, 2004).

Do ponto de vista agronómico, Seelan *et al.* (2003), identificam a deteção remota como uma técnica utilizada para avaliar a condição das culturas que se baseia na relação entre a refletância multiespectral, temperatura do coberto, fotossíntese e evapotranspiração. As principais regiões do espectro eletromagnético estão localizadas da seguinte forma, (Silva *et al.*, n.d):

- Ultravioleta – 0.3 a 0.38 μm ;
- Visível – 0.38 a 0.7 μm ;
- Infravermelho – 0.7 a 1 μm .

Dentro destes três tipos de radiação, o infravermelho é a que tem um papel mais relevante na deteção remota, pois abrange uma maior parte da radiação que atinge a Terra assim como quase toda a energia emitida pela superfície terrestre. Esta radiação pode ainda dividir-se em infravermelho refletido, emitido ou térmico ou em Infravermelho próximo, médio e afastado, (Coelho *et al.*, 2003).

Relativamente ao infravermelho próximo (NIR), variável entre 700 e 850 nm, este é considerado um bom indicador relativamente ao estado das plantas, sendo necessário recorrer a sensores para captar este tipo de radiação com o objetivo de, numa fase posterior, quantificá-la para que seja utilizada pelo agricultor na gestão cultural, (Thorp *et al.*, 2004).

Dentro das várias vertentes agrícolas e de gestão em que se insere a deteção remota, Coelho *et al.* (2003), salientam:

- Índice de Área Foliar (LAI);
- Índice de Vegetação (NDVI);
- Cartografia e Cadastro.

O LAI é um parâmetro biofísico da vegetação, adimensional, e é uma relação entre a área foliar e a área da superfície de solo por unidade, estando relacionado com

processos como a fotossíntese, evaporação, transpiração, interceção de chuva e fluxo de carbono, (Zheng *et al.*, 2009). De acordo com Coelho *et al.* (2003), a integração desta informação representa um processo muito importante relativamente ao estado real do crescimento das culturas. Para o cálculo do LAI são utilizados valores referentes às refletâncias no verde, vermelho e infravermelho próximo, (Coelho *et al.*, 2003), sendo as características fisiológicas e estruturais das folhas fatores determinantes neste processo, (Zheng *et al.*, 2009).

De acordo com Carlson *et al.* (1997), os índices de vegetação (NDVI) têm uma forte relação proporcional com o índice de área foliar, ou seja, quando o LAI aumenta o NDVI sofre também um aumento linear até que, este crescimento entra num regime assintótico, isto é, mesmo que o LAI continue a aumentar, o NDVI vai estabilizando valores.

Relativamente ao NDVI, Braga (2009) refere que este índice é provavelmente o mais utilizado para caracterizar o vigor vegetativo das plantas e que se representa através da seguinte fórmula:

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{Vermelho})}{(\text{NIR} + \text{Vermelho})}$$

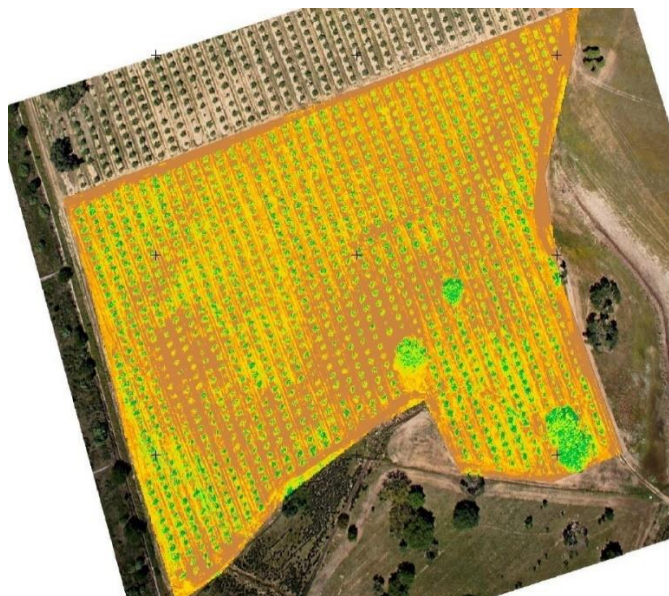


Figura 9 - NDVI da parcela em estudo.

Fonte - Autor

Pettorelli *et al.* (2005), identificam o NDVI como o resultado entre a relação da refletância do vermelho e do infravermelho próximo em que os valores correspondentes a cada um destes dois tipos de radiação são, respetivamente, as quantidades refletidas pela planta e captadas por sensores. Este índice varia de -1 a 1 indicando uma maior capacidade fotossintética da vegetação quando o valor se aproxima de 1, (Braga, 2009), e representando uma maior ausência de vegetação à medida que o seu valor se vai tornando mais negativo, (Pettorelli *et al.*, 2005).

Relativamente ao solo e à vegetação, a informação fornecida, no que diz respeito ao NDVI, é muito semelhante porque ambos estão restringidos a duas bandas de refletância, (Elmore *et al.*, 2000). Relativamente à vegetação, Pettorelli *et al.* (2005), referem que a clorofila é responsável pela absorção do vermelho enquanto que o infravermelho próximo é refletido por estruturas mesófilas da folha.

Por último, Braga (2009), refere que, para além do NDVI, existem outros índices também utilizados, nomeadamente:

- Plant Cell Density (PCD) = $\frac{\text{NIR}}{\text{Vermelho}}$;
- Photosynthetic Vigour Ratio (PVR) = $\frac{\text{Verde}}{\text{Vermelho}}$;
- Plant Pigment Ratio (PPR) = $\frac{\text{Verde}}{\text{Azul}}$.

Acrescentando ainda que as imagens devem ser captadas, de preferência, perto do meio-dia e num dia sem nuvens de modo a minimizar os efeitos sombra. O estado fenológico, em que a cultura se encontra, é também um fator de relevo para a recolha de dados.

2.6 Geoestatística

Relativamente à Terra e ao ambiente, qualquer medida tomada, tem características espaço-temporais. Desta forma, atribuindo coordenadas geográficas a certas medições, torna-se mais fácil analisá-las e visualizá-las, numa fase posterior, através de técnicas específicas. Assim sendo, podemos afirmar que a análise espaço-temporal dos dados combina duas ciências principais, a ciência da geoinformação e estatísticas espaço-temporais, (Hengl, 2009).

De acordo com Soares (2000), o principal objetivo da geoestatística é caracterizar, numa vertente espacial e temporal, a forma como se distribuem os valores referentes à quantidade e qualidade de recursos naturais. Para isso, este método tem por base um conjunto de instrumentos estatísticos que quantificam, não só a variável em estudo, mas também a forma como essa variável se exprime continuamente no espaço, modelos de interpolação espacial e modelos de simulação estocástica.

Esta técnica tem tido cada vez mais utilização uma vez que permite capitalizar a correlação espacial entre observações vizinhas de modo a estimar valores em locais não amostrados, (Goovaerts, 2000).

Das várias formas de interpolação de dados geoestatísticos, as que mais se utilizam são o inverso da distância ponderada (IDW) e o kriging.

2.6.1 IDW (Inverso da distância ponderada)

Através de uma combinação linear de dados, de pontos amostrados, é possível calcular os valores de pontos não amostrados, ou seja, pela média ponderada de valores observados, em pontos específicos, torna-se possível obter valores de pontos que se encontram na sua vizinhança (Ly *et al.*, 2011).

Tomczak (1997), refere que esta técnica é geralmente aplicável quando nos encontramos perante um conjunto de dados de tamanho reduzido, sendo suficientemente flexível ao ponto de modelar as variáveis com algumas tendências ou anisotropia. Ly *et al.* (2011), acrescentam ainda que, relativamente ao valor de um ponto, existe influência da distância entre pontos, ou seja, o facto de os pontos estarem mais próximos influencia mais os valores do que pontos que se situem mais afastados uns dos outros.

2.6.2 Kriging

Segundo Adams (1986), o método de interpolação geoestatística, kriging, surgiu no início dos anos 50, na indústria mineira, cujo principal objetivo era melhorar as estimativas de reservas de minério.

O kriging consiste numa forma de regressão linear generalizada, de forma a gerar um estimador ótimo, com o objetivo de diminuir o erro quadrático, (Gu *et al.*, 2007). Wang (1998), para além do referido anteriormente, adianta que esta técnica permite conhecer a variância dos dados e fazer com que esta seja mínima.

Danie Gerhardus Krige, engenheiro de minas, e Herbert Sichel, estatístico, foram os pioneiros deste método. Antes desta técnica ter sido divulgada, Georges Matheron, um matemático francês, levou sensivelmente uma década a derivar fórmulas e a estabelecer todo o campo da geoestatística linear. Desde então, tem sido abordada de várias formas e descoberta independentemente várias vezes, (Hengl, 2009). Esta técnica foi considerada um grande avanço, sobre os métodos matemáticos de interpolação comuns, na primeira metade do século XX, (Oliver *et al.*, 2014).

De acordo com Oliver *et al.* (2014), o kriging é aplicado vasta e sofisticadamente na engenharia do petróleo, minas, geologia, meteorologia, hidrologia, ciências do solo, agricultura de precisão, controlo de poluição, saúde pública, ecologia das pescas, das plantas e dos animais e deteção remota.

Oliver (2010), refere que existem também alguns métodos matemáticos utilizados na interpolação, nomeadamente, os polígonos de Thiessen, triangulação, interpolação do vizinho natural, funções inversas de distância, polinómios dos mínimos quadrados e *splines*. O kriging, comparativamente com os métodos anteriormente referidos, promove uma utilização mais eficiente do conhecimento, considerando a variação de uma propriedade no espaço, através de um variograma ou de uma função de covariância.

O variograma é uma ferramenta essencial da geoestatística e é representado através da seguinte fórmula:

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Figura 10 - Fórmula utilizada para o cálculo do variograma.

Fonte - Oliveira *et al.*, (2010)

Em que $Z(x_i)$, $Z(x_i + h)$ representam a variância experimental, H é a distância entre os pontos de amostragem e $N(h)$ é o número total de pares prováveis de pontos existentes na área de amostragem, (Oliveira *et al.*, 2010).

É o variograma que descreve a variação espacial de uma informação e fornece parâmetros essenciais à predição espacial e à simulação de campos aleatórios, nomeadamente, o **nugget** (pepita), o **sill** (patamar) e o **range** (alcance). Desta forma, torna-se possível considerar que esta ferramenta tem alguma sensibilidade relativamente ao tamanho e à disposição espacial da amostra, (Voss *et al.*, 2016).

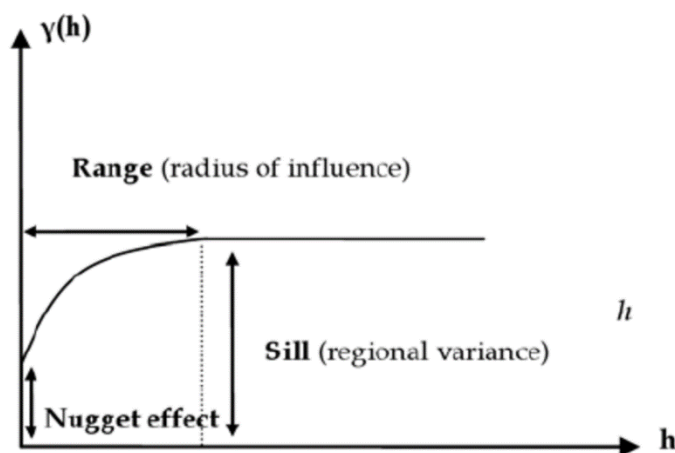


Figura 11 - Gráfico com os vários parâmetros do variograma.

Fonte - Erarslan (2012)

De acordo com Oliver (2010), estes 3 parâmetros definem-se da seguinte forma:

- **Nugget** (pepita) – Embora, em propriedades com variação contínua de valores, existe algum risco de haver um erro de medição. Assim, este parâmetro representa principalmente a variação espacial, não correlacionada, em distâncias inferiores ao intervalo de amostragem e erro de medição;
- **Sill** (patamar) – O sill representa um patamar, ou seja, um limite do variograma;
- **Range** (alcance) – Este parâmetro representa a distância correspondente à variação do variograma até ao sill, isto é, o intervalo de dependência espacial.

Por último existe ainda um outro parâmetro, o **pure nugget** (efeito pepita puro), que representa o variograma quando o intervalo é superior ao intervalo de correlação do processo, (Oliver *et al.*, 2014).

Como já foi anteriormente referido, o principal objetivo do kriging é minimizar a variância do erro. García (2003), distingue 3 tipos de kriging:

1. Kriging Simples (*Sample kriging*);
2. Kriging Ordinário (*Ordinary kriging*);
3. Kriging Universal ou com modelo de deriva (*Universal kriging*).

O kriging simples é uma forma de kriging na qual se assume que existe um conhecimento dos dados relativo à amostra, designadamente, as médias do conjunto das variáveis aleatórias e dos pontos existentes no espaço, (Soares, 2000). Na krigagem ordinária assume-se que a média é desconhecida e que o processo é localmente estacionário, (Oliver, 2010). Por último, se apenas forem consideradas as coordenadas como preditores, é utilizado o termo kriging universal. Caso contrário, se no lugar de coordenadas existir uma função linear de algumas variáveis explicativas, passa a utilizar-se o termo kriging com deriva externa, (Hengl, 2009).

Em situações em que, para além da variável principal, existe uma variável secundária com uma densidade amostral superior, se houver alguma correlação entre as variáveis, é possível integrar tudo num modelo de estimação chamado a co-krigagem, (Soares, 2000).

3. Material e Métodos

3.1 Descrição geral da parcela

A parcela em estudo tem uma área de, aproximadamente, 5 hectares e localiza-se na Herdade do Poço da Bomba, propriedade que pertence à freguesia de Canhestros, no concelho de Ferreira do Alentejo. O pomar foi plantado em 2013, com um compasso de 7m x 5m e com o porta-enxerto Garnem, ficando com uma densidade na ordem das 290 árvores por hectare. O porta-enxerto utilizado, entre as várias características que possui, confere à planta um elevado vigor e um bom enraizamento, (Loreti, 2008). A única variedade pertencente à parcela estudada é a variedade 'Soleta', ainda que exista outra variedade plantada na propriedade, a 'Belona'.



Figura 12 - Parcela em estudo.

Fonte – Autor

Nesta exploração, para além de amendoal, existe também montado e olival. O olival tem cerca de 15 anos e possui apenas uma variedade de azeitona, 'Cobrançosa'. Relativamente ao montado, este está dividido em duas zonas, uma mais recente com apenas 20 anos e outra mais antiga. Estas duas culturas ocupam um total de 68 ha, sendo que o olival ocupa 18 ha e o montado ocupa 50 ha.

3.1.1 Itinerário Cultural

Durante o ano de 2016, ao longo do ciclo vegetativo das amendoeiras, foi necessário efetuar alguns tratamentos bem como algumas fertilizações. Devido ao facto de não ter sido possível acompanhar a cultura diariamente, as informações relativas aos tratamentos e fertilizações foram fornecidas pelo técnico da exploração. Estas intervenções estão indicadas no quadro 3.

Quadro 3 - Itinerário Cultural do pomar em 2016.

Data	Produto comercial	Substância ativa	Tipo
Fevereiro	ENTEC (13-10-20)	-	Adubo Sólido
Fevereiro	Kocide 35 DF	Hidróxido de cobre	Fungicida
Março	Pomarsol Ultra D	Tiram 80%	Fungicida
Abril	Decis	Deltametrina	Inseticida
Abril	INO FERT B Plus	-	Adubo Foliar
Maio	Fosfiron K	-	Adubo Foliar
	INO FERT K	-	Adubo Foliar
	Fertilizante (15-10-15)	-	Adubo Líquido
Maio	Dithane M-45	Mancozebe 80%	Fungicida
	Decis	Deltametrina	Inseticida
	Fertilizante (15-10-15)	-	Adubo Líquido
Junho	Fertilizante (15-10-15)	-	Adubo Líquido
Outubro	Kocide 35 DF	Hidróxido de cobre	Fungicida
Dezembro	Kocide 35 DF	Hidróxido de cobre	Fungicida

Fonte - Herdade do Poço da Bomba

3.1.2 Caracterização Climática

Para classificar o clima presente na região onde se situa a parcela utilizou-se a classificação de Koppen. De acordo com Kottek *et al.* (2006), a classificação de Koppen foi a primeira classificação utilizada para classificar os climas mundiais tendo sido apresentada, em 1900, por Wladimir Koppen. Esta classificação, mais tarde atualizada por Rudolf Geiger, (Kottek *et al.*, 2006), ainda continua a ser utilizada em todo o mundo, (Departamento de Produção da Agência Estatal de Meteorologia de Espanha, Clima, e

Portugal, 2011). Considerando todos os parâmetros para as designações de Koppen presentes em Azevedo (1971), conclui-se que o clima na parcela se classifica de mesotérmico, temperado húmido, com Verão seco e quente (Csa) em que a temperatura média do mês mais quente, no ano 2016 foi, aproximadamente, 26°C e a temperatura média do mês mais frio registou-se na ordem dos 11°C (Figura 14).

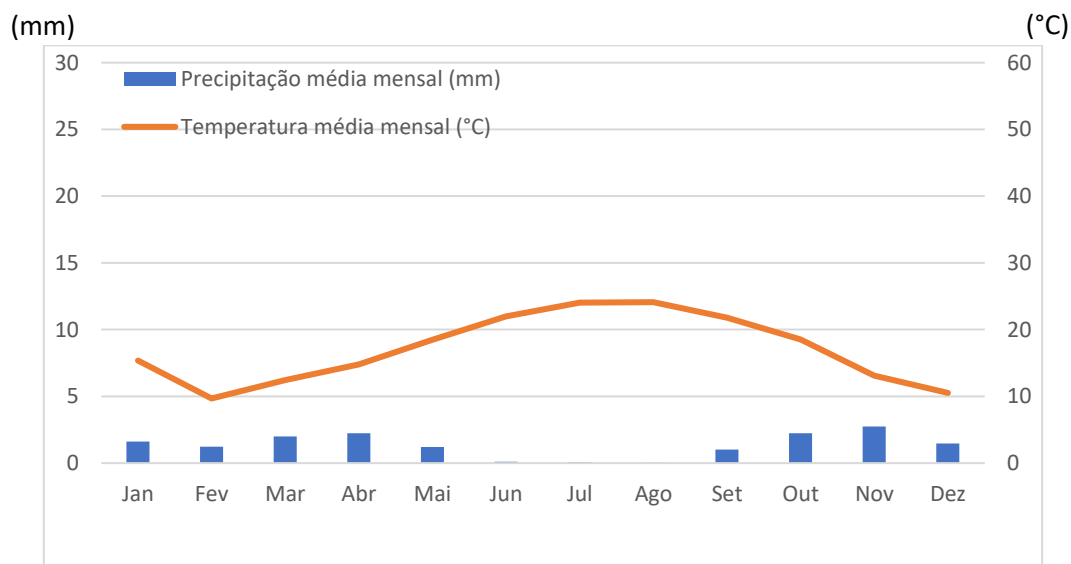


Figura 13 - Diagram Ombrotérmico de Gaussen para a Herdade do Poço da Bomba, período de 2012 a 2016.

Fonte – Hidrosoph

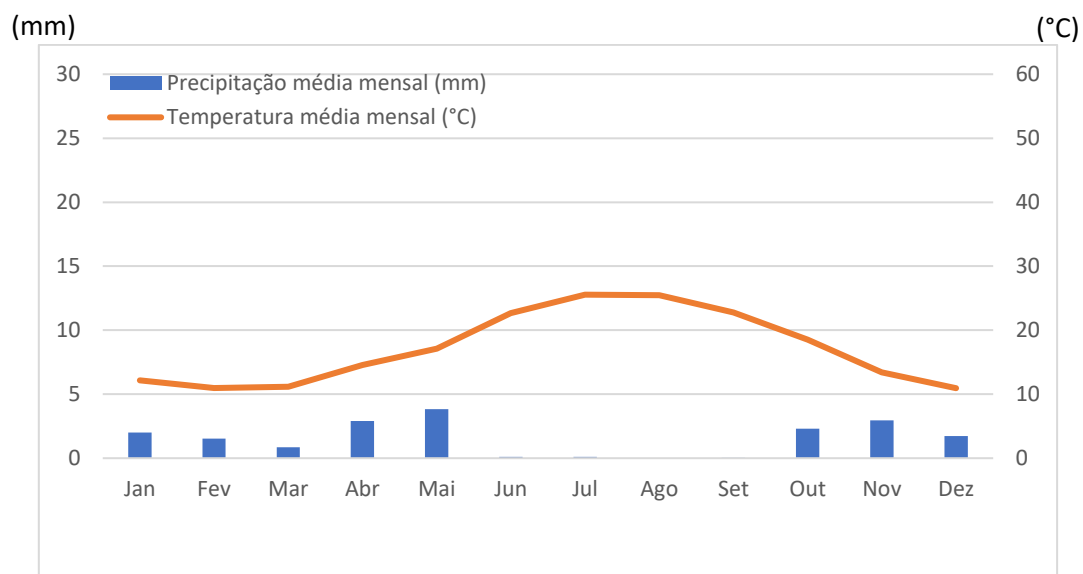


Figura 14 - Diagram Ombrotérmico de Gaussen para a Herdade do Poço da Bomba, 2016.

Fonte – Hidrosoph

Para o ano de 2016, segundo ano de colheita, verificou-se que os três meses mais quentes do ano foram julho (25,6°C), agosto (25,5°C) e setembro (22,8°C), meses coincidentes com os períodos de menor precipitação média mensal, no qual se verificaram valores de 0.1 mm para o mês de julho, 0 mm para o mês de agosto e 0.03 mm em setembro. É também importante referir que o mês com maiores registros pluviométricos em 2016 foi maio, registrando um valor médio mensal de 4.08mm.

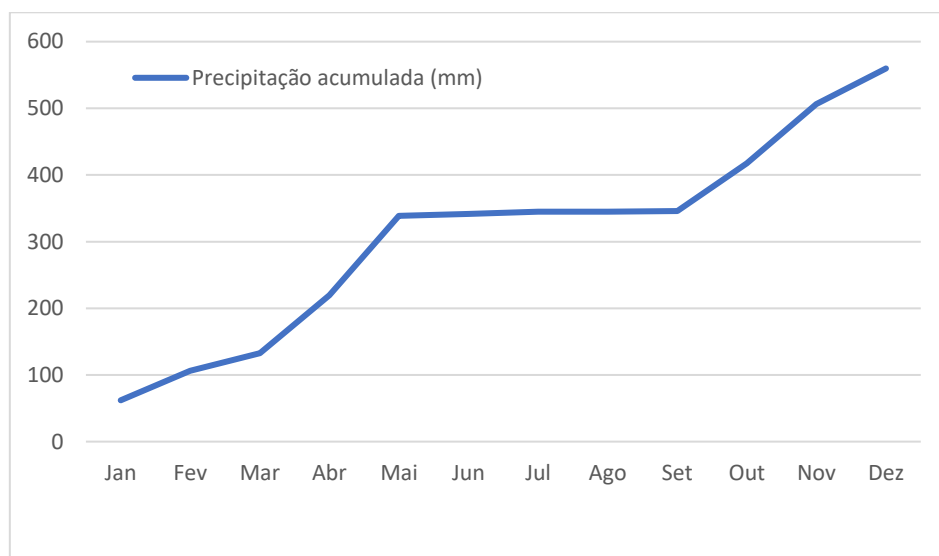


Figura 15 - Precipitação acumulada durante o ano de 2016, Herdade do Poço da Bomba.

Fonte - Hidrosoph

3.1.3 Caracterização Edáfica

De acordo com a carta de solos, a parcela em estudo possui apenas um tipo de solo, Vt (Figura 16). Os solos do tipo Vt classificam-se como solos litólicos não húmicos de outros arenitos (Cardoso, 1965). Este tipo de solos é constituído por três horizontes distintos, nomeadamente um horizonte Ap que transita gradualmente para um horizonte AC ou B e este, por sua vez, transita gradualmente para um horizonte C.

Cardoso (1965) refere ainda que os solos litólicos não húmicos apresentam, na sua maioria, uma textura ligeira com baixo teor orgânico. Os valores baixos de teor orgânico surgem devido ao tipo de clima em que estes solos são formados bem como o tipo de cultura neles existente.



Figura 16 - Tipos de solo presentes na parcela.

Fonte - Herdade do Poço da Bomba

Quadro 4 - Caracterização edáfica do perfil presente na parcela do estudo.

Perfil	Horizontes	Profundidade (cm)	Cor	Estrutura	Ph	Textura
Vt	Ap	15 a 25	Pardo Castanho Pardo-amarelado-escuro	Sem estrutura granulosa ou grumosa fina Franca Solto ou friável	5 a 7	Arenosa Franco-arenosa
	AC ou B	10 a 35	Idêntico ao anterior com cor mais clara	Não possui agregados	6 a 7,5	Franco-arenosa
	C	0 a 20 cm de espessura	Amarelado com laivos avermelhados ou acinzentados	Material originário	-	Arenosa Argilo-arenosa

Fonte – Cardoso (1965)

As características dos horizontes do perfil vão sofrendo alterações gradualmente com a profundidade.

3.2 Recolhas de amostras

A parcela em estudo tem uma área aproximada de 5 hectares possuindo, no total, 1450 árvores. Foram escolhidas, com base em índices vegetativos previamente recolhidos, 65 árvores da parcela representativas, do estudo onde foram efetuadas as observações de campo (Figura 17).

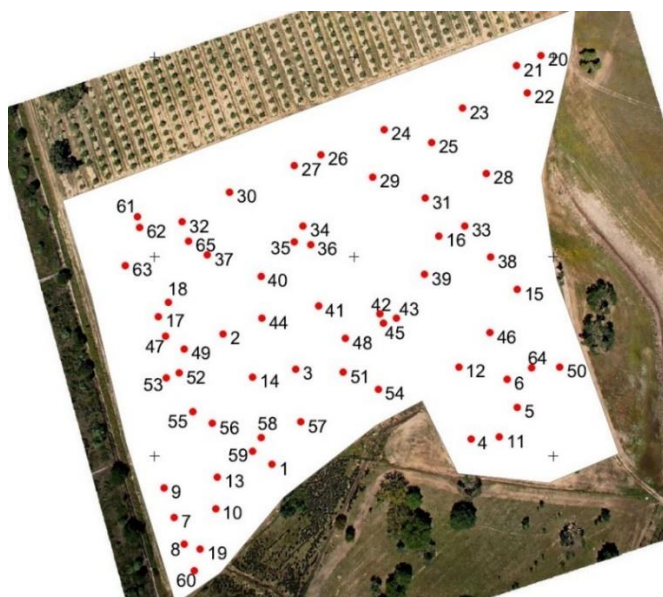


Figura 17 - Pontos de recolha de dados numerados.

Fonte – Área 400

Cada ponto da figura corresponde a uma árvore e cada árvore foi devidamente identificada na parcela com o seu número correspondente.

3.3. Recolha de dados

Numa fase inicial de recolha de dados foram registados valores referentes à produtividade do pomar e à qualidade do fruto no pós-colheita. Desta forma, foram analisados parâmetros como a produtividade de cada árvore (kg/árvore), o rendimento (g), o calibre (mm) e a humidade (%) do fruto.

Para a medição da variabilidade da produção do pomar foram contabilizados indicadores relacionados com a colheita e pós-colheita, tendo também sido efetuadas medições no que diz respeito a toda a estrutura da árvore. As medições efetuadas foram a altura da árvore (m), altura do tronco (m), o perímetro do tronco (cm), 10 centímetros

acima da enxertia, o número de ramos em que se dividia o tronco principal e o raio da projeção da copa no solo (m), de acordo com os quatro pontos cardeais.

3.3.4 Produtividade

Para apurar os indicadores de produtividade do pomar efetuaram-se medições no decorrer da colheita. Assim sendo, todas as amêndoas de cada árvore referenciada foram recolhidas. A colheita foi feita através de um vibrador hidráulico rebocado pelo trator (Figura 18).



Figura 18 - Vibrador hidráulico rebocado pelo trator.

Fonte – Autor

Cada árvore estava devidamente marcada e, sempre que se colhia uma árvore referenciada, era colocado um pano sobre os panos, que estavam a ser utilizados na colheita, para que todas as amêndoas caíssem sobre ele e fossem colocadas dentro de sacas identificadas com o número dessa árvore (Figura 19).



Figura 19 - Colheita de árvores identificadas.

Fonte – Autor



Figura 20 - Amostras antes da despela.

Fonte – Autor

Após a colheita das amêndoas de cada árvore, procedeu-se à despela desses frutos. Este processo consistiu na limpeza das amostras, nomeadamente, na remoção de folhas, pequenos ramos e mesocarpos resultantes da colheita mecanizada. Após a

despela, cada saca numerada, foi novamente pesada resultando apenas o peso das amêndoas com casca.



Figura 21 – Processo utilizado para remover a resíduos provenientes da vibração de cada árvore: despela.

Fonte – Autor



Figura 22 - Amostras após despela.

Fonte – Autor

Com os valores resultantes das duas pesagens foi possível perceber qual o peso correspondente a folhas, mesocarpos e pequenos ramos e, assim calcular a produtividade de cada árvore e a produtividade média da parcela.

A produtividade média, por hectare, foi calculada tendo em conta a densidade de plantas bem como a produtividade média de cada árvore, estando representada pela seguinte fórmula:

$$\text{Produtividade média (kg/ha)} = \text{produtividade média (kg/pl)} \times \text{densidade (pl/ha)}$$

Após as pesagens efetuadas, contou-se o número de amêndoas presente em algumas amostras. Com esses valores e com o valor do peso final obtido em cada árvore foi possível estimar o número de amêndoas existente nas restantes árvores, havendo uma relação quase direta destes dois indicadores.

Por último, de cada saca previamente identificada, foi retirada uma amostra de, sensivelmente, 1,5 kg para se analisarem os rendimentos mais pormenorizadamente na unidade fabril.

3.3.5 Rendimento

O peso de cada amostra, anteriormente referido, foi escolhido tendo em conta que o miolo ocupa cerca de 1/3 do fruto. Deste modo, foram recolhidos 1,5 kg de amêndoa para garantir 500 gramas de miolo em cada análise. Para facilitar o cálculo final dos dados, foi retirado 1 kg de amêndoas a cada amostra de 1,5 kg e, partindo daí, foram apurados os rendimentos. As amêndoas pertencentes a cada amostra foram partidas, uma a uma, e, de seguida, procedeu-se à separação do material vegetal, de acordo com as suas características, em:

- Casca;
- Miolo;
- Duplas Cascas;
- Pretas;
- Peles.

As designações casca e miolo correspondem, como o próprio nome indica, à casca e ao miolo de cada amêndoa, respetivamente.

Relativamente às duplas cascas, consideraram-se as amêndoas que não libertaram o mesocarpo e que permaneciam assim cobertas por ele. A designação de pretas corresponde aos miolos que aparentavam ter algum problema em termos fitossanitários ou que já se encontravam secos. Por último foi atribuída a designação de peles aos mesocarpos que se encontravam em cada amostra. Após a separação destes elementos procedeu-se à sua pesagem numa balança de precisão.

3.3.6 Calibre

O calibre dos frutos foi medido com base num método americano, utilizado na Califórnia. Este método tem por base um quadro que contém vários intervalos de calibres correspondentes ao número de miolos existentes em 28,35 gramas de miolo (Figura 23).

TABELA DE CALIBRES - MIGDALO						
Comum / Valencias			Marcona / Belona		Largueta / Soleta	
Espanha mm	USA/Alemanha # / Oz (28,35g)	Itália / França	Espanha mm	USA/Alemanha # / Oz (28,35g)	Espanha mm	USA/Alemanha # / Oz (28,35g)
17 - 18	16 - 17	38 - 40	17	16 - 18	14,5	16 - 18
15 - 17	18 - 19	37 - 38	16 - 16,5	18 - 20	13,5 - 14,5	18 - 20
14 - 15	20 - 22	36 - 37	15 - 16	20 - 22	13,5 - 14,0	20 - 22
13 - 14	23 - 25	35 - 36	14 - 15	23 - 25	12,5 - 13,5	23 - 25
12 - 13	27 - 30	34 - 35	13,5 - 14	25 - 27	11,5 - 13,5	25 - 27
11 - 12	30 - 38	33 - 34			11,0 - 12,5	27 - 30
10 - 11	35 - 40	32 - 33			11,0 - 12,0	30 - 35
9 - 10	40 - 45	31 - 32			10,0 - 11,5	36 - 40
8 - 9	45 - 50	30 - 31				

Figura 23 – Tabela utilizada na medição dos calibres em cada amostra.

Fonte – Migdalo

3.3.7 Humidade

A humidade dos frutos foi medida através de um medidor de humidade Grain Moisture Tester PM-650 que contém um pequeno depósito onde foram colocados os miolos e, através da capacitância, foi feita a medição.



Figura 24 - Equipamentos utilizados na pesagem e medição da humidade.

Fonte – Autor

A quantidade de miolo utilizada para as medições foi controlada através de um copo, pertencente ao equipamento, com uma medida padrão. O miolo foi assim colocado nesse copo e, posteriormente, colocado no equipamento, quando este indicava que já estava preparado para efetuar a medição. Para que os resultados fossem o mais representativos possível, foram efetuadas três medições de humidade, em cada amostra, e calculada uma média final dessas medições.

Todos estes processos foram efetuados para cada uma das 65 amostras.

3.3.8 Altura da árvore

Um dos indicadores de produtividade considerados para a medição da variabilidade na parcela foi a altura da árvore. Desta forma, a medição deste parâmetro foi efetuada através de uma régua topográfica com um comprimento total de quatro metros. A régua colocou-se ao mesmo nível do tronco principal e observou-se a altura do ramo mais alto. Com os valores deste parâmetro foi também possível apurar a altura do tronco, outro indicador de produtividade considerado.



Figura 25 - Medição da altura das árvores.

Fonte – Autor

3.3.9 Altura do tronco, perímetro do tronco e número de ramos

Para além da altura da árvore, consideraram-se também outros indicadores, nomeadamente, a altura do tronco, o perímetro do tronco e o número de ramos que partem do tronco principal. Relativamente à altura do tronco, para além da régua utilizada na medição da altura da árvore, foi também utilizada uma fita métrica com um comprimento total de 1,5 metros. Considerou-se para este parâmetro, a distância do solo às derivações do tronco principal. O perímetro do tronco foi apurado com o auxílio da fita métrica anteriormente referida devido ao facto de esta ser maleável e possibilitar o contorno completo do tronco junto ao solo. Desta forma, houve um maior rigor no registo dos valores. Para que houvesse um local de medição padrão, estipulou-se a medida do perímetro do tronco a uma distância de dez centímetros acima do porta-enxerto. Quanto ao número de ramos, foram contabilizados os ramos em que se dividia o tronco principal.



Figura 26 - Medição da altura do tronco.

Fonte – Autor

3.3.10 Raio da projeção da copa

Por fim reuniram-se dados referentes à copa de cada árvore. Para apurar estes valores utilizou-se a mesma régua com que foi efetuada a medição da altura das árvores. Para que os valores registados fossem o mais preciso possível foram feitas quatro medições, uma na direção norte, outra orientada a sul e as outras duas para este e oeste. No final de cada medição foi possível fazer um esboço de cada copa tendo sempre como centro o tronco principal da árvore.



Figura 27 - Medição da projeção do raio da copa.

Fonte – Autor

A régua foi colocada junto ao solo, disposta de uma forma paralela ao plano horizontal e os raios da projeção foram medidos considerando sempre o ramo com maior alcance.

3.3.11 Índices de Vegetação

No dia 20 de maio de 2016, através de uma empresa, foram captadas imagens aéreas da parcela, a uma altitude de 500 metros e uma resolução espacial de 35 cm, com o objetivo de analisar a variabilidade da mesma relativamente ao vigor das plantas. Deste modo, através das imagens captadas, foi possível apurar esses dados da forma mais precisa possível do ponto de vista espacial devido ao seu tratamento e georreferenciação.

O processo de correção das imagens em SIG's, devido à sua elevada resolução, possibilitou a separação dos vários objetos presentes na parcela, nomeadamente, copas, solo e infestantes. Foi aplicado um filtro com o objetivo de separar a informação relevante para o estudo do restante, neste caso procedeu-se à individualização das árvores, uma a uma, copa por copa. Para que os valores dos índices de cada copa

fossem os mais representativos, criou-se um centróide em cada indivíduo. A base do cálculo do valor de cada centróide foi um filtro de média focal 4 pixéis.

Os índices de vegetação utilizados foram, (Haboudane *et al.*, 2004; Jackson *et al.*, 1991; Qi *et al.*, 1994):

- NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) = $\frac{NIR-R}{NIR+R}$;
- SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) = $\left(\frac{NIR-R}{NIR+R+L}\right) * (1 + L)$, com L = 0.5;
- PVR (Photosynthetic Vigour Ration) = $\frac{G}{R}$;
- PCD (Plant Cell Density) = $\frac{NIR}{R}$;
- PPR (Plant Pigment Ratio) = $\frac{G}{B}$;
- IPVI (Infrared Percentage Vegetation Index) = $\frac{NIR}{NIR+R}$;
- DVI (Difference Vegetation Index) = $NIR - R$;
- NDVIG (Normalized Difference Vegetation Index – Green) = $\frac{NIR-G}{NIR+G}$;
- NDGRI (Normalized Difference Green Red Index) = $\frac{G-R}{G+R}$;
- NDGBI (Normalized Difference Green Blue Index) = $\frac{G-B}{G+B}$;
- NDRBI (Normalized Difference Red Blue Index) = $\frac{R-B}{R+B}$;
- I (Intensidade) = $G + B + R$;
- S (Saturação) = $\frac{(G+B+R)-3B}{G+B+R}$;
- SGB (Substraction Green Blue) = $G - B$;
- RB (Red Blue) = $\frac{R}{B}$;
- RPER (Red Percentage) = $\frac{R}{I}$;
- GPER (Green Percentage) = $\frac{G}{I}$;
- BPER (Blue Percentage) = $\frac{B}{I}$.

- TVI (Transformed Vegetation Index) = $\left(\frac{(NIR-R)}{(NIR+R)}\right)^{0.5} + 0.5$

3.3.12 Índices geométricos da copa

Como já indicado, a alta resolução das imagens permitiu a recolha de dados muito específicos da parcela como a separação entre copas, solo e infestantes. Foi assim possível apurar dados relacionados com a geometria das copas, mais propriamente, delimitar cada copa através de um polígono, acreditando que poderia haver relação entre o formato da copa e a produtividade de cada árvore ou até mesmo a qualidade do miolo. Assim sendo, os índices relacionados com a forma das copas foram os seguintes, (Ferreira *et al.*, 2010):

- Área horizontal da copa (A);
- Perímetro horizontal da copa (P);
- Raio da copa com base na área = $\sqrt{\frac{A}{\pi}}$;
- Raio da copa com base no perímetro = $\frac{P}{2\pi}$;
- Rácio dos raios = $\frac{\text{raio com base na área}}{\text{raio com base no perímetro}}$;
- Área com base no perímetro $A_c = \frac{P^2}{4\pi}$;
- Perímetro com base na área $P_c = 2\pi \sqrt{\frac{A}{\pi}}$;
- Coeficiente de Compacidade $K_c = \frac{P}{P_c} = \left(\frac{\sqrt{\pi}}{2\pi}\right) * \left(\frac{P}{\sqrt{A}}\right)$;
- Índice de Circularidade $I_c = \frac{A}{A_c} = \left(\frac{A}{P^2}\right) * 4\pi$.

3.3.13 Análise dos dados

Todos os dados recolhidos foram sujeitos a vários tipos de análise. Sendo que cada árvore estava georreferenciada, todos os valores referentes aos vários parâmetros tinham coordenadas associadas. Deste modo, foi possível obter as cartas da variabilidade da parcela, relativamente a alguns fatores, através do método de

interpolação geoestatística, kriging. As cartas de variabilidade elaboradas foram referentes aos seguintes indicadores:

- Peso Total (kg/árvore);
- Peso Final (kg/árvore);
- Número estimado de amêndoas por árvore;
- Produtividade (kg miolo/árvore).

Devido ao fato da variabilidade ser muito reduzida em alguns indicadores estudados, não foi possível obter os variogramas desses valores e, conseqüentemente, obter a sua carta da variabilidade.

Mais tarde, todos os dados foram sujeitos a uma análise estatística descritiva e a uma análise de correlações. O coeficiente de correlação é um valor que varia de -1 a 1 e indica o nível de relação entre variáveis. Assim sendo, foi apurado o valor do r para cada variável para se perceber quais as variáveis com maior interesse.

Os dados foram introduzidos no software STATISTICA de onde se obtiveram os melhores resultados para as variáveis em causa.

4. Resultados e Discussão

4.1. Amostras recolhidas no campo

4.1.1. Estatística Descritiva

No âmbito da recolha de dados, este estudo teve duas componentes, uma recolha de dados no pomar e uma recolha de dados do pós-colheita, na unidade fabril Migdalo. Embora os locais de recolha tenham sido diferentes, a informação registada serviu para um fim comum, uma análise estatística descritiva dos dados. Esta análise foi efetuada com o objetivo de verificar a variabilidade existente no pomar de modo a apurar se o mesmo se encontra apto para o estudo em questão.

De todos os indicadores estatísticos, aquele que possui maior relevância e interesse para o estudo é o coeficiente de variação. O coeficiente de variação é o resultado do quociente entre o desvio padrão e a média dos valores de cada variável. Sendo o objetivo principal deste estudo a medição da variabilidade existente na parcela, este indicador tem todo o interesse, visto que nos indica os valores que as variáveis podem tomar relativamente à média desses valores.

Assim sendo, após uma análise dos valores referentes a cada variável, foi possível apurar alguma informação relevante (Quadro 5).

Com valores superiores para o coeficiente de variação e, portanto, com maior variabilidade espacial na parcela, podemos identificar o peso total de matéria recolhida por árvore, o peso final de cada amostra após a despela e o número de amêndoas existentes em cada árvore com coeficientes de 36%, 36% e 35%, respetivamente. Estes valores são importantes e favoráveis atendendo ao objetivo principal deste estudo. De seguida, podemos identificar alguma variabilidade relativamente ao número de ramos e à área média da copa de cada árvore com coeficientes de variação de 23% e 24%, respetivamente. Por último, é possível observar um conjunto de indicadores com variabilidade reduzida ou quase nula, nomeadamente, a altura de cada árvore, a altura dos troncos, o perímetro do tronco, o raio da projeção da copa de cada árvore no solo nas quatro orientações cardeais e o diâmetro médio de cada copa com coeficientes de variação a variar entre os 10% e os 18%. Deste modo, podemos concluir que a parcela se adequa ao estudo.

Quadro 5 - Estatística descritiva dos dados recolhidos no campo.

	Altura da árvore (m)	Altura do tronco (m)	Perímetro do tronco (m)	Projeção da copa N (m)	Projeção da copa S (m)	Projeção da copa E (m)	Projeção da copa O (m)	Diâmetro médio da copa (m)	Raio médio da copa (m)	Área média da copa (m ²)	Número de ramos	Peso Total (kg/árvore)	Peso Final (kg/árvore)	Nº Amêndoas
Média	3,70	1,01	0,34	1,60	1,81	1,74	1,54	3,35	1,67	8,93	3,11	11,98	6,01	1841,02
Mediana	3,70	1,00	0,34	1,60	1,83	1,76	1,60	3,42	1,71	9,19	3,00	11,65	6,20	1897,59
Mínimo	3,00	0,65	0,22	0,95	1,15	1,13	0,90	2,17	1,09	3,70	2,00	4,10	1,20	403,00
Máximo	4,65	1,60	0,41	2,05	2,37	2,50	2,20	4,25	2,13	14,19	5,00	24,80	11,00	3312,34
1º Quartil	3,40	0,94	0,31	1,45	1,61	1,59	1,40	3,16	1,58	7,84	3,00	8,50	4,60	1426,01
3º Quartil	4,00	1,08	0,38	1,77	2,00	1,90	1,74	3,59	1,80	10,12	4,00	14,40	7,50	2280,75
Amplitude	1,65	0,95	0,19	1,10	1,22	1,37	1,30	2,08	1,04	10,49	3,00	20,70	9,80	2909,34
Variância (valor²)	0,14	0,02	0,00	0,07	0,08	0,07	0,08	0,17	0,04	4,50	0,50	18,7	4,80	417171,34
Desvio Padrão	0,38	0,15	0,04	0,27	0,28	0,27	0,28	0,42	0,21	2,12	0,71	4,32	2,19	645,89
Coeficiente de Variação (%)	10,23	14,46	13,11	16,62	15,30	15,46	18,05	12,41	12,41	23,74	22,84	36,10	36,46	35,08

O quadro 5 é referente aos dados medidos no campo, mas, como já foi anteriormente referido, embora numa vertente pós-colheita, ainda existem outras medições referentes ao pomar (quadro 6).

De todas as amostras recolhidas no campo, foi retirado 1,5 kg de amêndoa com casca e, desses 1,5 kg foi retirado 1 kg de fruto para ser analisado na unidade fabril. Os dados apurados na fábrica foram também sujeitos a uma análise estatística descritiva da qual resultou o quadro 6.

De todos os parâmetros analisados na fábrica, foram sem dúvida o peso de peles existentes em cada amostra que apresentaram um valor mais elevado para o coeficiente de variação, sendo de 106%. Isto significa que, mesmo após a despela, embora com bastante variabilidade, continuam a existir materiais vegetais a pesar nos cálculos finais de produtividade. Relativamente à presença de pretas e de duplas cascas nas amostras, identificamos, para os coeficientes de variação, valores na ordem dos 69% e 46%, respetivamente. Por último, podemos observar um conjunto de parâmetros, cujos os valores do coeficiente de variação são muito reduzidos, nomeadamente, o peso das cascas e do miolo, o calibre médio e a humidade média do fruto. Para o peso da casca e o calibre médio do fruto, o coeficiente de variação calculado foi de 3%, relativamente ao peso do miolo, o valor referente a este coeficiente foi 5% e, por último, a humidade apresentou uma variabilidade de 11%. É importante que estes parâmetros, considerados os mais relevantes na medição da qualidade do fruto no pós-colheita, possuam uma variabilidade reduzida, de forma a que a produção seja toda homogénea em vários aspetos.

Quadro 6 - Estatística descritiva dos dados recolhidos na fábrica.

	Peso casca (g)	Peso miolo (g)	Dupla casca (g)	Pretas (g)	Peles (g)	Calibre médio (mm)	Humidade (%)
Média	625,40	330,62	21,93	14,32	3,73	13,47	4,76
Mediana	625,90	332,00	22,10	11,90	2,30	13,75	4,70
Mínimo	529,90	255,60	3,20	2,90	0,00	12,50	3,50
Máximo	687,70	361,30	53,00	58,40	17,30	14,00	6,60
1º Quartil	617,50	323,90	15,00	7,70	0,00	13,00	4,50
3º Quartil	633,80	339,30	27,80	17,00	5,50	13,75	4,90
Amplitude	157,80	105,70	49,80	55,50	17,30	1,50	3,10
Variância (valor²)	328,50	310,20	101,37	98,96	15,64	0,19	0,25
Desvio Padrão	18,12	17,61	10,07	9,95	3,95	0,43	0,50
Coefficiente de Variação (%)	2,90	5,33	45,90	69,47	105,99	3,22	10,53

Após esta análise, os dados registados na fábrica foram recalculados à dimensão da parcela sendo também sujeitos a uma análise descritiva, para que se percebesse melhor a sua dimensão.

Desta forma, através da informação apurada no quadro 7, foi possível dar mais relevância valores obtidos.

De todas as variáveis, a que apresentou um coeficiente de variação mais elevado e, portanto, uma maior variabilidade espacial na parcela foi, sem dúvida, a quantidade de peles existentes em cada árvore com um coeficiente de variação de 110,89%. Isto porque, raramente se encontraram peles nas amostras após o processo de despela, o que significa que foi um processo eficaz. De seguida, houve um conjunto de variáveis em que o coeficiente de variação não se alterou muito, designadamente, a quantidade de casca, miolo, pretas e duplas cascas existentes por árvore, com valores de 36,66%, 37%, 55,91% e 66,13% respetivamente. Relativamente à quantidade de miolo e de cascas, os indicadores de variabilidade são positivos tendo em conta que existe uma variabilidade média-baixa, considerando assim um equilíbrio na produção destes dois elementos. A percentagem de humidade e o calibre médio do fruto foram variáveis em que se registaram valores mais baixos referentes à variabilidade, 3,22% para o calibre médio do fruto e 10,53% para a percentagem de humidade do fruto. A partir do presente quadro é também possível afirmar que todos os frutos, à data da colheita, apresentavam teores idênticos de humidade e calibres semelhantes, com valores médios de 4,8% e 13,5 mm, respetivamente. Tendo estes dois parâmetros algum peso relativamente à valorização da amêndoa no mercado é importante que haja homogeneidade na parcela com teores de humidade baixos e calibres altos.

Quadro 7 - Estatística descritiva dos dados recolhidos na fábrica transpostos à parcela.

	Casca (kg/árvore)	Miolo (kg/árvore)	Dupla Casca (kg/árvore)	Pretas (kg/árvore)	Peles (kg/árvore)	Calibre médio (mm)	Humidade (%)
Média	3,77	2,00	0,13	0,08	0,02	13,47	4,76
Mediana	4,03	2,06	0,11	0,07	0,01	13,75	4,70
Mínimo	0,78	0,31	0,02	0,01	0,00	12,50	3,50
Máximo	6,72	3,74	0,52	0,22	0,10	14,00	6,60
1º Quartil	2,85	1,56	0,08	0,05	0,00	13,00	4,50
3º Quartil	4,66	2,49	0,17	0,11	0,03	13,75	4,90
Amplitude	5,94	3,44	0,50	0,21	0,10	1,50	3,10
Variância (valor²)	1,91	0,55	0,01	0,00	0,00	0,19	0,25
Desvio Padrão	1,38	0,74	0,09	0,04	0,02	0,43	0,50
Coeficiente de Variação (%)	36,66	37,00	66,13	55,91	110,89	3,22	10,53

4.1.2 Distribuição Espacial

Através dos dados recolhidos no campo foi possível elaborar cartas nas quais se verifica a variabilidade existente na parcela relativamente a alguns indicadores de produtividade do pomar.

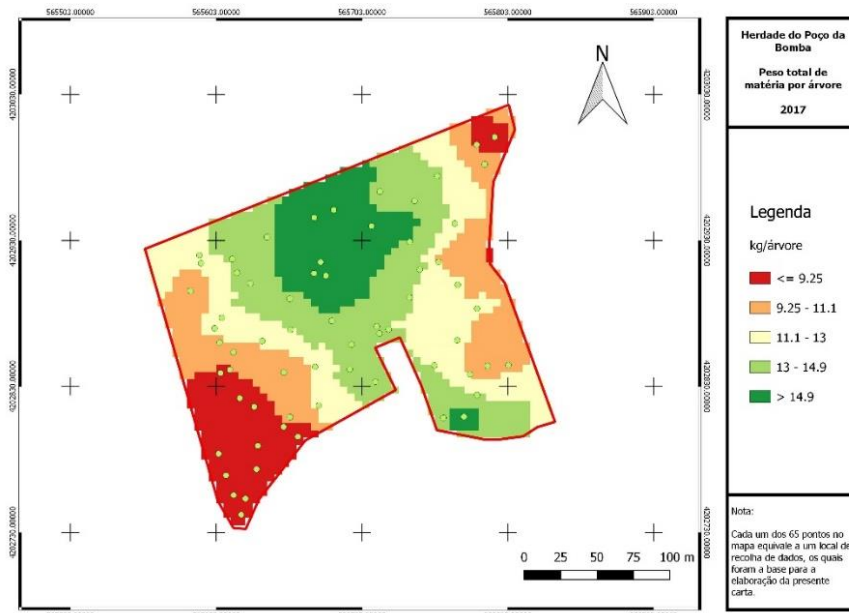


Figura 28 - Carta da quantidade de matéria existente em cada árvore em kg/árvore.

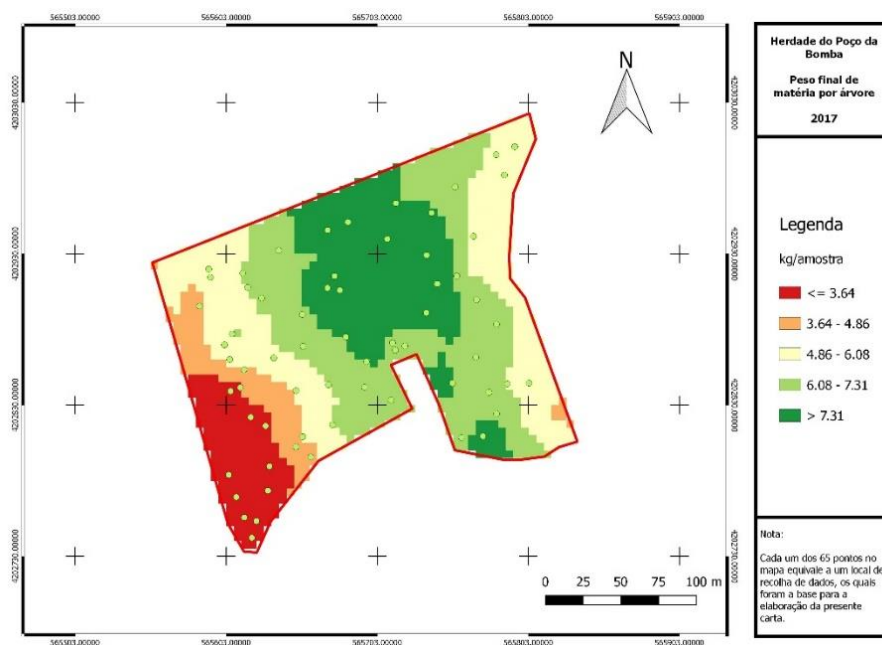


Figura 29 - Carta da quantidade de matéria existente em cada árvore após o processo de despela em kg/árvore.

Nas figuras 28 e 29, podemos comparar a variabilidade da produtividade das árvores relativamente ao material vegetal total recolhido durante a colheita (ramos, folhas, frutos) e ao peso de amêndoas que cada árvore produziu, apurado após a despela.

Através das figuras anteriores identificam-se zonas mais produtivas e zonas menos produtivas, apresentando as duas um padrão idêntico de variabilidade. Existe uma zona mais central da parcela onde a produtividade das árvores foi mais elevada havendo depois um decréscimo até às extremidades. É importante identificar o canto inferior esquerdo da parcela, região mais encarnada, representando menor produtividade, o que se deve à localização das árvores. Sendo esta zona a mais sombria do pomar, as árvores aí plantadas captam um menor número de horas de luz por dia apresentando assim, consequentemente, um menor vigor vegetativo.

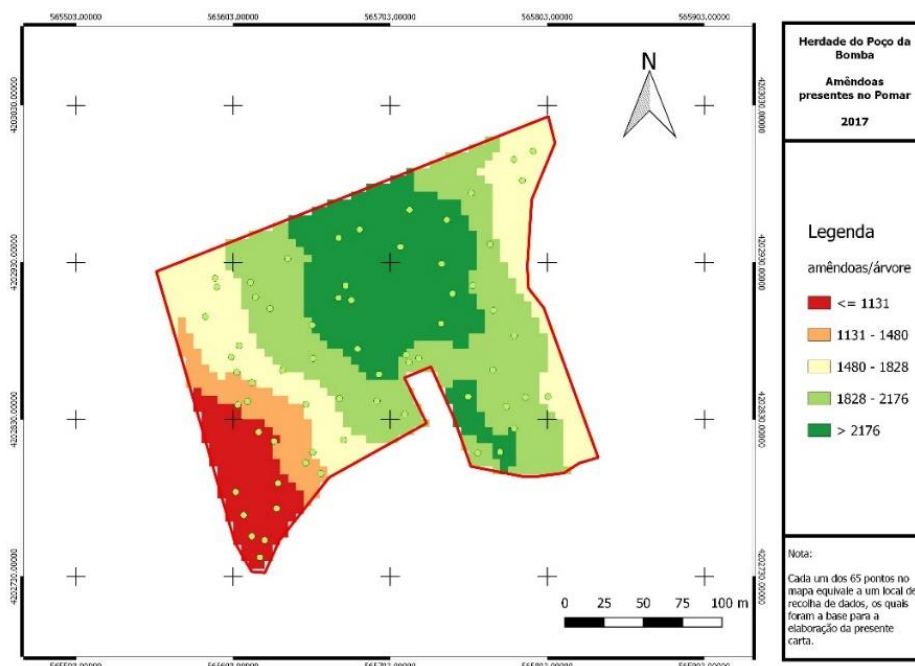


Figura 30 - Carta da variabilidade do número estimado de amêndoas presentes em cada árvore do estudo.

Relativamente ao número estimado de amêndoas existentes em cada árvore (Fig. 31), parâmetro fundamental para avaliação pormenorizada do pomar, como seria de esperar, foi possível apurar uma distribuição espacial idêntica à produtividade total e final. Assim, zonas mais produtivas foram zonas com mais amêndoas por árvore. De salientar novamente a zona menos produtiva da parcela assinalada a encarnado na figura.

Na fábrica, cada amostra foi também analisada possibilitando a elaboração de cartas de variabilidade da parcela. Através dos valores apurados foi possível estimar a quantidade de miolo existente em cada árvore amostrada e, conseqüentemente a variabilidade desse indicador na parcela.

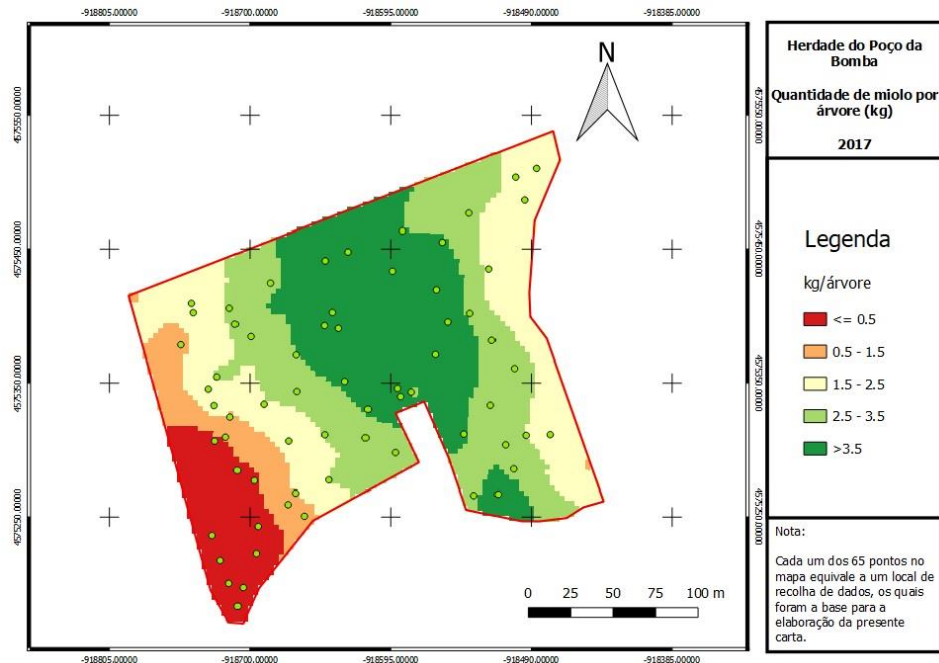


Figura 31 - Carta da variabilidade da quantidade de miolo existente em cada árvore (kg/árvore).

A carta apresentada na figura 32 representa o valor estimado da quantidade de miolo existente em cada árvore amostrada, em quilogramas por árvore. Os valores foram estimados com base nos dados recolhidos na fábrica.

É possível observar na imagem, um padrão muito idêntico às cartas anteriores, ou seja, uma faixa central com melhores resultados que vai decrescendo com a aproximação às extremidades da parcela, sendo novamente, o canto inferior esquerdo, a região com piores resultados.

4.2 Índices Vegetativos e índices geométricos da copa

4.2.1 Estatística Descritiva

Os índices de vegetação e os índices geométricos da copa foram também sujeitos a uma análise de estatística descritiva. Com esta análise foi possível apurar a variabilidade espacial existente na parcela no que diz respeito a cada índice para que esses valores fossem comparados com os dados recolhidos no campo numa fase posterior.

Como já mencionado, o parâmetro calculado que teve mais relevância para o estudo foi o coeficiente de variação. Desta forma, ao serem analisados, os valores referentes a cada índice apresentaram informação importante a reter (Quadro 8).

As variáveis com coeficientes de variação mais elevados (superiores a 20%) são o PCD (24%), NDGRI (47,48%), HUE (28,14%), Área (22,88%) e o Raio com base na área (22,88%). De seguida existem vários índices com valores entre os 10% e os 20% para os coeficientes de variação que são o NDVI (15,45%), SAVI (15,43%), PVR (13,03%), DVI (10,41%), SGB (11,26%), NDVIG (13,69%), NDGBI (13,87%), NDRBI (13,87%), I (13,30%), S (14,33%), Perímetro (16,07%), Raio com base no perímetro (16,07%), Rácio dos raios (14,45%), Circularidade (18,99%) e Compacidade (10,16%). Por último, os coeficientes de variação mais baixos (menores que 10%) correspondem às variáveis PPR (5,30%), IPVI (5,39%), RB (6,34%), RPER (3,75%), GPER (3,81%), BPER (5,16%) e TVI (4,03%).

Quadro 8 - Estatística Descritiva dos Índices Vegetativos e geométricos das amostras analisadas.

	NDVI	SAVI	PVR	PCD	PPR	IPVI	DVI	SGB	RB	NDVIG	NDGRI	NDGBI	NDRBI	I	S	RPER	GPER	BPER	TVI	Área (m²)	Perímetro (m)	Raio com base na área (m)	Raio com base no perímetro (m)	Rácio dos raios	Circularidade	Compacidade
Média	0.54	0.80	1.29	3.46	1.46	0.77	153.15	34.75	1.37	0.48	0.12	0.19	0.19	353.72	99.60	0.36	0.40	0.31	1.02	6.93	11.67	2.21	1.86	1.18	0.65	1.26
Mediana	0.54	0.81	1.24	3.34	1.46	0.77	154.00	36.00	1.36	0.47	0.11	0.19	0.19	348.00	97.14	0.37	0.40	0.31	1.02	6.74	11.24	2.14	1.79	1.20	0.66	1.23
Mínimo	0.34	0.51	1.04	2.03	1.22	0.67	106.00	22.00	1.20	0.33	0.02	0.10	0.10	249.00	74.10	0.33	0.36	0.28	0.92	2.86	8.43	0.91	1.34	0.64	0.41	1.09
Máximo	0.71	1.07	1.90	5.93	1.64	0.86	197.00	43.00	1.62	0.64	0.31	0.24	0.24	512.00	150.12	0.39	0.44	0.35	1.10	10.34	15.36	3.29	2.44	1.57	0.84	1.56
1º Quartil	0.48	0.72	1.18	2.83	1.42	0.74	145.00	33.00	1.30	0.44	0.08	0.17	0.17	328.00	92.11	0.36	0.39	0.30	0.99	5.66	10.15	1.80	1.61	1.08	0.54	1.15
3º Quartil	0.60	0.90	1.37	4.00	1.51	0.80	161.00	37.00	1.42	0.52	0.15	0.20	0.20	369.00	104.14	0.37	0.41	0.32	1.05	8.01	13.41	2.55	2.13	1.29	0.76	1.36
Amplitude	0.37	0.56	0.87	3.90	0.43	0.19	91.00	21.00	0.42	0.31	0.29	0.15	0.15	263.00	76.02	0.06	0.09	0.07	0.19	7.48	6.93	2.38	1.10	0.92	0.43	0.47
Variância (valor²)	0.01	0.02	0.03	0.69	0.01	0.00	254.39	15.32	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	2212.27	203.69	0.00	0.00	0.00	0.00	2.51	3.52	0.25	0.09	0.03	0.02	0.02
Desvio Padrão	0.08	0.12	0.17	0.83	0.08	0.04	15.95	3.91	0.09	0.07	0.06	0.03	0.03	47.03	14.27	0.01	0.02	0.02	0.04	1.59	1.87	0.50	0.30	0.17	0.12	0.13
Coefficiente de Variação (%)	15.45	15.43	13.03	24.00	5.30	5.39	10.41	11.26	6.34	13.69	47.48	13.87	13.87	13.30	14.33	3.75	3.81	5.16	4.03	22.88	16.07	22.88	16.07	14.45	18.99	10.16

4.2.2 Distribuição Espacial

Através da Deteção Remota foi possível obter cartas NDVI. Estes mapas possibilitam a observação da parcela de uma outra perspetiva, de forma a localizar mais facilmente zonas com índices mais altos, índices mais baixos e alguma tendência que possa existir relativamente à variabilidade. Assim torna-se mais fácil para o agricultor perceber o que pode ter mais influência nas características de cada amostra.

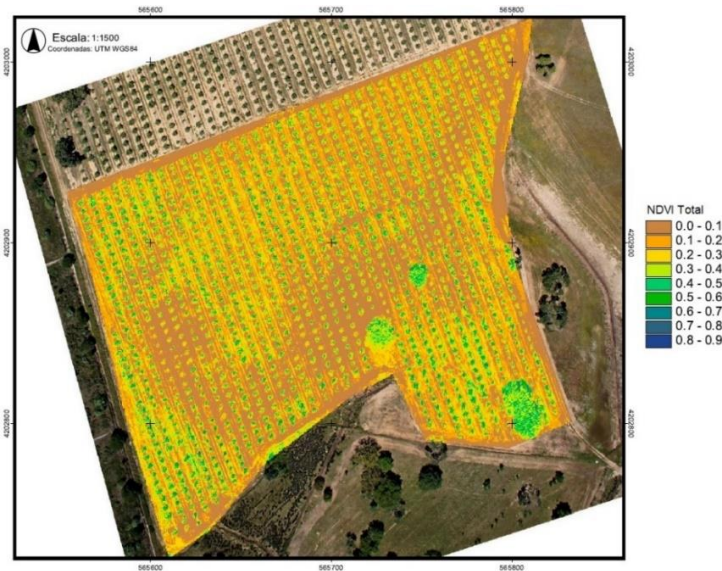


Figura 32 - Carta do NDVI de toda a parcela.



Figura 33 - Carta NDVI da copa de cada árvore.

Na figura 32, devido à radiação emitida pela vegetação da entrelinha, é difícil perceber se existe algum padrão relativamente ao vigor das árvores, enquanto que, na figura 33, devido ao facto de as copas estarem isoladas, já é possível observar alguma variabilidade na parcela.

4.3 Correlação e modelação

4.3.1 Análise de correlação

Para a avaliação da variabilidade espacial do crescimento e produtividade do pomar, a variável com maior interesse é a quantidade de miolo obtido, por árvore (kg).

Assim, numa primeira fase, para poder relacionar os resultados obtidos no campo e na fábrica com a quantidade de miolo obtido por árvore, efetuou-se uma matriz de correlação com todos os valores correspondentes a estes indicadores, onde se obteve a informação presente no quadro 9.

Fazendo uma primeira apreciação da relação entre os dados de campo e a quantidade de miolo, obtido por árvore (kg), constatamos que, embora existam alguns parâmetros do pós-colheita que se relacionem significativamente com a quantidade de miolo/árvore (kg), sem dúvida que os aspetos relacionados com a geometria da árvore têm muito mais interesse do ponto de vista analítico. Desta forma, identificaram-se valores de r significativos de 47%, 62%, 30%, 47%, 26%, 50%, 54% e 52% para a altura da árvore, o perímetro do tronco, as quatro orientações geográficas (N, S, E, O), o raio médio da copa e a área média da copa, respetivamente. Existem também algumas relações do miolo (kg) com alguns indicadores do pós-colheita sendo elas de 63% com a quantidade de duplas cascas (kg), 55% com a quantidade de pretas (kg) e 41% com a humidade média do miolo (%). De referir ainda que, para a altura do tronco, o número de ramos, a quantidade de peles e o calibre médio do fruto, não se verificou qualquer valor de r significativo para $p < 0,05$.

Após a correlação do miolo/árvore (kg) com os valores obtidos no campo e na fábrica elaborou-se uma nova matriz de correlação onde foram introduzidos os valores referentes à deteção remota. Desta forma foi possível perceber a relação da produtividade com esta nova variável.

Analisando o quadro 10, embora existam bastantes variáveis que apresentam relações significativas, no que diz respeito à quantidade de miolo existente em cada árvore, podemos concluir o que os valores significativos de r não são muitos. De todas as variáveis introduzidas na matriz observaram-se relações positivas significativas com o

PPR, DVI, NDGBI, NDRBI, Área, Raio com base na área e Rácio dos raios com valores de r de 33%, 33%, 34%, 34%, 38%, 38% e 36%, respetivamente. Com estes valores é de reforçar a boa relação que existe entre a produtividade e as características geométricas de cada árvore. É também possível afirmar, através da relação do PPR, que o facto da folhagem das árvores ser fortemente pigmentada afeta positivamente a quantidade de miolo por elas produzida. Existem ainda relações negativas com o RPER (-29%) e com o BPER (-33%), ou seja, as zonas da parcela onde as bandas encarnadas e azuis são mais fortemente absorvidas são menos produtivas.

Quadro 9 - Análise de correlação das variáveis de campo e de fábrica ($p < 0,05$) com os valores significativamente relacionados a encarnado.

	Altura da árvore (m)	Altura do tronco (m)	Perímetro do tronco (m)	N	S	E	O	Raio médio (m)	Área (m²)	Número de ramos	Peso Final (kg)	Casca (kg)	Miolo (kg)	Dupla Casca (kg)	Pretas (kg)	Peles (kg)	Calibre médio (mm)	Humidade (%)
Altura da árvore (m)	1.00																	
Altura do tronco (m)	-0.06	1.00																
Perímetro do tronco (m)	0.71	-0.11	1.00															
N	0.37	0.01	0.41	1.00														
S	0.54	-0.04	0.58	0.27	1.00													
E	0.27	-0.17	0.50	0.31	0.09	1.00												
O	0.33	0.11	0.49	0.33	0.43	0.07	1.00											
Raio médio (m)	0.57	0.01	0.71	0.71	0.63	0.52	0.69	1.00										
Área (m²)	0.57	0.02	0.70	0.71	0.62	0.53	0.67	1.00	1.00									
Número de ramos	0.00	0.21	-0.02	0.07	0.09	0.17	0.13	0.16	0.15	1.00								
Peso Final (kg)	0.48	0.02	0.63	0.32	0.47	0.27	0.49	0.55	0.53	-0.16	1.00							
Casca (kg)	0.50	0.01	0.64	0.33	0.48	0.27	0.48	0.55	0.53	-0.15	1.00	1.00						
Miolo (kg)	0.47	0.02	0.62	0.30	0.47	0.26	0.50	0.54	0.52	-0.19	1.00	0.99	1.00					
Dupla Casca (kg)	0.25	0.05	0.38	0.27	0.19	0.29	0.31	0.38	0.37	-0.03	0.65	0.63	0.62	1.00				
Pretas (kg)	0.36	0.14	0.43	0.28	0.42	0.07	0.37	0.41	0.41	0.05	0.56	0.55	0.52	0.50	1.00			
Peles (kg)	0.15	0.23	0.06	0.06	0.01	-0.09	0.25	0.10	0.10	0.13	0.18	0.18	0.16	0.05	0.11	1.00		
Calibre médio (mm)	0.16	0.04	0.12	-0.06	0.12	-0.01	-0.11	-0.04	-0.04	-0.07	-0.02	-0.02	-0.02	-0.04	0.06	-0.16	1.00	
Humidade (%)	0.41	-0.02	0.27	0.21	0.14	0.05	0.30	0.26	0.26	-0.35	0.41	0.41	0.42	0.17	0.23	0.01	0.27	1.00

Quadro 10 - Análise de correlação dos dados de detecção remota ($p < 0,05$) com os valores significativamente relacionados a encarnado.

		NDVI	SAVI	PVR	PCD	PPR	IPVI	DVI	SGB	RB	NDVIG	NDGRI	NDGBI	NDRBI	I	S	RPER	GPGR	BPER	TVI	Área (m²)	Perímetro (m)	Raio com base na área (m)	Raio com base no perímetro (m)	Rácio dos raios	Circularidade	Compacidade
NDVI		1.00																									
SAVI		1.00	1.00																								
PVR		0.70	0.70	1.00																							
PCD		0.98	0.98	0.70	1.00																						
PPR		0.23	0.23	0.11	0.17	1.00																					
IPVI		1.00	1.00	0.70	0.98	0.22	1.00																				
DVI		0.79	0.79	0.41	0.74	0.31	0.79	1.00																			
SGB		0.02	0.02	-0.02	0.00	0.62	0.02	0.13	1.00																		
RB		-0.25	-0.25	-0.13	-0.26	0.31	-0.25	-0.13	0.20	1.00																	
NDVIG		0.87	0.87	0.40	0.86	0.23	0.87	0.70	0.04	-0.20	1.00																
NDGRI		0.73	0.73	0.99	0.72	0.13	0.73	0.47	-0.03	-0.13	0.44	1.00															
NDGBI		0.23	0.23	0.12	0.18	1.00	0.23	0.32	0.63	0.30	0.23	0.14	1.00														
NDRBI		0.23	0.23	0.12	0.18	1.00	0.23	0.32	0.63	0.30	0.23	0.14	1.00	1.00													
I		-0.54	-0.54	-0.40	-0.49	-0.16	-0.54	-0.52	0.17	0.17	-0.47	-0.44	-0.17	-0.17	1.00												
S		-0.51	-0.51	-0.40	-0.46	-0.19	-0.51	-0.51	0.04	0.09	-0.43	-0.43	-0.20	-0.20	0.96	1.00											
RPER		-0.36	-0.36	-0.18	-0.35	-0.09	-0.36	-0.34	-0.07	0.80	-0.28	-0.19	-0.10	-0.10	0.28	0.20	1.00										
GPGR		0.70	0.70	0.84	0.65	0.44	0.70	0.56	0.17	-0.13	0.47	0.86	0.45	0.45	-0.49	-0.49	-0.28	1.00									
BPER		0.56	0.56	0.58	0.60	-0.17	0.56	0.24	-0.22	-0.15	0.45	0.58	-0.17	-0.17	-0.19	-0.12	-0.08	0.32	1.00								
TVI		1.00	1.00	0.69	0.97	0.23	1.00	0.80	0.02	-0.24	0.87	0.73	0.24	0.24	-0.54	-0.51	-0.36	0.70	0.55	1.00							
Área (m²)		0.35	0.35	0.23	0.32	0.40	0.35	0.45	0.15	-0.11	0.30	0.25	0.41	0.41	-0.49	-0.51	-0.36	0.38	0.02	0.36	1.00						
Perímetro (m)		0.12	0.13	0.00	0.12	0.16	0.12	0.20	0.08	-0.06	0.20	0.00	0.17	0.17	-0.27	-0.30	-0.14	0.08	0.04	0.13	0.78	1.00					
Raio com base na área (m)		0.35	0.35	0.23	0.32	0.40	0.35	0.45	0.15	-0.11	0.30	0.25	0.41	0.41	-0.49	-0.51	-0.36	0.38	0.02	0.36	1.00	0.78	1.00				
Raio com base no perímetro (m)		0.12	0.13	0.00	0.12	0.16	0.12	0.20	0.08	-0.06	0.20	0.00	0.17	0.17	-0.27	-0.30	-0.14	0.08	0.04	0.13	0.78	1.00	0.78	1.00			
Rácio dos raios		0.44	0.44	0.40	0.39	0.47	0.44	0.51	0.14	-0.08	0.27	0.43	0.48	0.48	-0.54	-0.54	-0.40	0.53	0.01	0.45	0.73	0.16	0.73	0.16	1.00		
Circularidade		0.24	0.24	0.29	0.20	0.24	0.24	0.25	0.03	0.04	0.05	0.32	0.25	0.25	-0.21	-0.19	-0.16	0.34	-0.03	0.25	-0.09	-0.67	-0.09	-0.67	0.61	1.00	
Compacidade		-0.25	-0.25	-0.29	-0.21	-0.25	-0.25	-0.26	-0.05	-0.02	-0.06	-0.32	-0.25	-0.25	0.21	0.18	0.17	-0.35	0.03	-0.26	0.07	0.66	0.07	0.66	-0.62	-0.99	1.00

Quadro 11 - Análise de correlação dos dados de detecção remota e os dados recolhidos no campo e na fábrica ($p < 0,05$) com os valores significativamente relacionados a encarnado.

	Altura da árvore (m)	Altura do tronco (m)	Perímetro do tronco (m)	N	S	E	O	Raio médio (m)	Área (m²)	Número de ramos	Peso Final (kg)	Casca (kg)	Miolo (kg)	Dupla Casca (kg)	Pretas (kg)	Peles (kg)	Calibre médio (mm)	Humidade (%)
NDVI	0.35	0.09	0.11	-0.02	0.16	-0.04	-0.15	-0.08	-0.07	0.07	0.02	0.03	0.03	-0.08	0.07	-0.06	0.49	0.18
SAVI	0.35	0.09	0.11	-0.02	0.16	-0.04	-0.15	-0.08	-0.07	0.07	0.02	0.03	0.03	-0.08	0.07	-0.06	0.49	0.18
PVR	0.06	0.08	-0.22	-0.12	-0.19	-0.17	-0.25	-0.25	-0.23	-0.02	-0.26	-0.26	-0.24	-0.20	-0.11	-0.06	0.41	0.18
PCD	0.33	0.06	0.07	-0.03	0.13	-0.06	-0.15	-0.10	-0.09	0.05	-0.02	-0.01	-0.01	-0.11	0.00	-0.09	0.43	0.17
PPR	0.27	-0.05	0.43	-0.08	0.16	0.30	0.15	0.16	0.16	0.13	0.34	0.33	0.33	0.21	0.21	0.14	0.31	0.15
IPVI	0.35	0.09	0.11	-0.02	0.16	-0.04	-0.14	-0.08	-0.07	0.07	0.02	0.03	0.03	-0.08	0.07	-0.06	0.49	0.18
DVI	0.52	-0.02	0.38	0.23	0.37	0.09	0.07	0.22	0.22	0.13	0.34	0.35	0.33	0.20	0.26	-0.08	0.42	0.27
SGB	-0.05	0.07	0.22	-0.19	-0.09	0.23	0.09	-0.01	-0.01	0.10	0.23	0.22	0.23	0.17	-0.02	0.01	0.06	0.10
RB	-0.29	-0.13	-0.08	0.12	-0.20	0.06	0.07	0.04	0.04	0.20	-0.07	-0.07	-0.08	0.04	-0.14	0.04	0.06	-0.13
NDVIG	0.32	0.03	0.20	0.02	0.19	0.01	-0.16	-0.07	-0.07	0.12	0.07	0.08	0.07	-0.01	0.08	-0.02	0.41	0.01
NDGRI	0.10	0.07	-0.19	-0.10	-0.17	-0.15	-0.25	-0.23	-0.21	-0.01	-0.24	-0.25	-0.22	-0.19	-0.09	-0.07	0.44	0.19
NDGBI	0.27	-0.05	0.43	-0.09	0.17	0.29	0.16	0.16	0.16	0.13	0.35	0.35	0.34	0.21	0.21	0.14	0.32	0.16
NDRBI	0.27	-0.05	0.43	-0.09	0.17	0.29	0.16	0.16	0.16	0.13	0.35	0.35	0.34	0.21	0.21	0.14	0.32	0.16
I	-0.42	0.08	-0.17	-0.06	-0.37	0.11	-0.04	-0.18	-0.18	-0.05	-0.17	-0.18	-0.18	-0.06	-0.21	-0.12	-0.28	-0.10
S	-0.39	0.05	-0.18	-0.04	-0.34	0.12	-0.06	-0.19	-0.19	-0.11	-0.16	-0.17	-0.16	-0.04	-0.19	-0.09	-0.30	-0.11
RPER	-0.42	-0.15	-0.23	0.03	-0.32	0.05	-0.08	-0.09	-0.09	0.17	-0.27	-0.26	-0.29	-0.12	-0.28	-0.09	-0.01	-0.21
GP	0.18	0.01	0.00	-0.12	0.01	-0.08	-0.19	-0.16	-0.15	0.07	-0.12	-0.12	-0.11	-0.12	0.03	0.00	0.47	0.20
BPER	-0.03	0.04	-0.29	-0.12	-0.11	-0.11	-0.26	-0.26	-0.24	0.07	-0.34	-0.33	-0.33	-0.27	-0.15	-0.15	0.23	-0.08
TVI	0.36	0.09	0.12	-0.02	0.16	-0.04	-0.14	-0.08	-0.07	0.07	0.03	0.04	0.04	-0.08	0.08	-0.05	0.50	0.18
Área (m²)	0.29	-0.14	0.33	0.03	0.27	-0.02	0.20	0.17	0.16	0.01	0.38	0.37	0.38	0.26	0.37	0.02	0.07	0.12
Perímetro (m)	-0.02	-0.10	0.14	-0.02	0.19	-0.06	0.16	0.07	0.06	0.03	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25	-0.08	0.01	-0.03
Raio com base na área (m)	0.29	-0.14	0.33	0.03	0.27	-0.02	0.20	0.17	0.16	0.01	0.38	0.37	0.38	0.26	0.37	0.02	0.07	0.12
Raio com base no perímetro (m)	-0.02	-0.10	0.14	-0.02	0.19	-0.06	0.16	0.07	0.06	0.03	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25	-0.08	0.01	-0.03
Rácio dos raios	0.48	-0.10	0.39	0.09	0.26	0.03	0.17	0.22	0.23	0.00	0.35	0.35	0.36	0.17	0.32	0.14	0.13	0.22
Circularidade	0.37	0.00	0.18	0.09	0.07	0.06	0.03	0.12	0.14	-0.01	0.07	0.07	0.07	-0.06	0.04	0.18	0.11	0.17
Compacidade	-0.37	-0.01	-0.18	-0.08	-0.07	-0.05	0.00	-0.10	-0.12	0.00	-0.07	-0.08	-0.07	0.07	-0.03	-0.18	-0.11	-0.17

4.3.2 Análise de modelação

Com todos os dados devidamente organizados e analisados elaborou-se um modelo, o mais explicativo possível, dos valores obtidos relativamente ao miolo (kg/árvore). Atendendo ao facto do número de variáveis preditoras ser muito elevado, foram excluídas algumas que se consideraram ter menor relevância para o estudo, nomeadamente, o Peso Final (kg), os dados recolhidos no pós-colheita (kg), os valores de projeção da copa nas quatro orientações geográficas, o diâmetro médio da copa e os índices geométricos da copa.

Desta forma, para entender quais os fatores que influenciam o peso de miolo produzido por cada árvore, elaboraram-se três modelos. O primeiro modelo tem como variáveis preditoras os dados recolhidos no campo, de seguida verificou-se a relação da variável dependente com os valores obtidos por deteção remota e, por último, elaborou-se um modelo com 26 variáveis preditoras, provenientes de dados recolhidos no campo juntamente com os dados relativos à deteção remota.

Como já mencionado anteriormente, o principal objetivo da modelação é estabelecer um modelo o mais simples e explicativo possível, ou seja, com um menor número de variáveis preditoras mas, ao mesmo tempo, com um valor de R^2 ajustado mais elevado. Assim, foram estabelecidos dois modelos com o R^2 ajustado mais elevado diferindo apenas no número de variáveis explicativas, um com maior número de variáveis explicativas e outro com um número de variáveis.

Nos quadros 12 e 13 é possível observar dois modelos relativamente ao peso de miolo.

No quadro 12, o R^2 ajustado para o modelo com menos variáveis preditoras é 0,23, o que significa que o peso de miolo produzido por cada árvore está explicado em 23% pelo modelo em questão. O valor do coeficiente, quando adicionamos mais uma variável preditora, baixa. Assim podemos concluir que o modelo mais explicativo é o modelo com menos variáveis preditoras.

No quadro 13, repetimos o modelo alterando as variáveis preditoras. Utilizando, como variáveis preditoras, os dados obtidos por deteção remota, resulta um R^2 ajustado de 0,33 tanto para o modelo com mais variáveis como para o modelo com menos. Desta

forma, podemos concluir que o peso de miolo produzido por cada árvore é explicado em 33% pelo modelo. Sendo que o R^2 ajustado não se altera com a adição de mais uma variável preditora podemos admitir que o modelo mais explicativo, neste caso, é o modelo com menos variáveis, sendo também o mais simples.

Quadro 12 - Modelos ajustados para a variável dependente Miolo (kg/árvore) com base em dados obtidos no campo. Com coeficientes de regressão estandardizados.

Variável dependente	R^2 Ajustado	Nº de variáveis	Altura da árvore (m)	Altura do tronco (m)	Perímetro do tronco (m)	Área média da copa (m ²)	Nº de ramos	Raio médio da copa (m ²)
Miolo	0.23	3	0.19	-	-	-	-0.21	0.36
	0.22	4	0.19	0.09	-	-	-0.22	0.36

Quadro 13 - Modelos ajustados para a variável dependente Miolo (kg/árvore) com base em dados obtidos por deteção remota. Com coeficientes de regressão estandardizados.

Variável dependente	R^2 Ajustado	Nº de variáveis	NDVI	SAVI	PVR	PCD	PPR	IPVI	DVI	SGB	RB	NDVIG	NDGRI	NDGBI	NDRBI	I	S	RPER	GPOR	BPER	TVI
Miolo	0.33	9	-	-	4.09	-	0.39	-9.10	0.92	-	-0.38	-	-3.59	-	-	-0.18	-	-	-0.97	-	8.61
	0.33	10	-	-	4.04	-	-	-8.89	0.91	-	-0.38	-	-3.54	0.39	0.00	-0.18	-	-	-0.96	-	8.41

Quadro 14 - Melhores modelos ajustados para a variável dependente com coeficientes de regressão estandardizados.

Variável dependente	R ² Ajustado	Nº de variáveis	NDVI	SAVI	PVR	PCD	PPR	IPVI	DVI	SGB	RB	NDVIG	NDGRI	NDGBI	NDRBI	I	S	RPER	GP	BPER	TVI	Altura da árvore (m)	Altura do tronco (m)	Perímetro do tronco (m)	Área média da copa (m ²)	Nº de ramos	Raio médio da copa (m ²)
Miolo	0.39	10	51.54	-62.41	4.03	-	-	-	0.81	-	-	-	-3.95	-	-	-	-	-0.20	-0.40	-	10.62	-	-	-	0.30	-0.23	-
	0.39	13	56.69	-50.07	4.41	-	-	-16.73	0.86	-	-	-	-4.30	-	-	-0.56	0.46	-0.18	-0.42	-	9.78	-	-	-	0.30	-0.21	-

Analisando o quadro 14 podemos concluir que, para o modelo com mais variáveis explicativas o R^2 ajustado foi 0.39, ou seja, através deste modelo, a variabilidade da parcela, relativamente à produção de miolo por árvore, é explicada em 39%. Para este valor de R^2 ajustado foram apuradas 13 variáveis explicativas nomeadamente a área média da copa, o número de ramos, NDVI, SAVI, PVR, IPVI, DVI, NDGRI, I, S, RPER, GPER e TVI. Relativamente ao modelo explicado por menos variáveis, o R^2 ajustado obtido foi igual ao anterior, ou seja, o modelo explica 39% do peso de miolo produzido por cada árvore. De todas as variáveis preditoras introduzidas para a modelação, neste caso, foram consideradas apenas 10 nomeadamente, a área média da copa, o número de ramos, NDVI, SAVI, PVR, DVI, NDGRI, RPER, GPER e TVI. Sendo que o valor de R^2 ajustado é igual nos dois modelos, podemos aceitar o modelo com menos variáveis preditoras devido ao fato de ser o modelo mais simples.

Como já foi possível observar ao longo de toda a análise de correlação, a variabilidade da produtividade de cada árvore (kg miolo/árvore) está fortemente relacionada com a sua variabilidade geométrica. Os indicadores geométricos demonstraram ter também alguma relação com os dados obtidos por deteção remota. Desta forma reunindo todos esses dados no quadro 14 podemos observar que existe uma parte explicativa da produtividade do pomar (kg miolo/árvore) relacionada com a área média da copa sendo a restante explicada por alguns índices vegetativos em 39%.

5. Conclusões

O primeiro objetivo desta dissertação foi avaliar a variabilidade espacial da produtividade e qualidade do miolo num pomar de amendoeiras. Após as análises efetuadas aos dados recolhidos foi possível observar que a parcela apresenta variabilidade espacial de vários fatores. Embora existindo variabilidade espacial, o seu padrão não se altera relativamente aos vários indicadores estudados. Relativamente à produtividade do pomar (kg miolo/árvore), cada árvore produziu, em média, dois quilogramas de miolo. No âmbito da qualidade do miolo, os valores médios foram 4,76% e 13,47 mm para a humidade e calibre médio, respetivamente. Sendo que estes indicadores têm mais relevância no mercado da amêndoa, podemos concluir que o pomar produziu miolo de qualidade. No sentido de gerir melhor a variabilidade da parcela, a deteção remota foi uma ferramenta muito interessante, uma vez que permitiu localizar as zonas em que se verificou variabilidade, de forma a que a recolha dos dados fosse mais precisa e abrangente.

O segundo objetivo desta dissertação foi modelar a produtividade do pomar com base em dados recolhidos por deteção remota e/ou dados de campo. Para trabalhar neste objetivo, optou-se por modelar os quilogramas de miolo, existente em cada árvore, de três formas.

Num primeiro modelo, utilizaram-se os dados recolhidos no campo para explicar a variável dependente. Utilizando estas variáveis preditoras obteve-se um R^2 ajustado de 0,226 e 0,220, isto porque registaram-se os dois melhores modelos, um com três variáveis explicativas e outro com quatro, respetivamente. Deste modo, o modelo com três variáveis preditoras, explica 23% da produtividade de cada árvore (kg de miolo/árvore) enquanto que o outro explica 22%.

No segundo modelo, apenas com os dados obtidos por deteção remota, o objetivo foi o mesmo, encontrar os dois modelos que melhor explicassem a produtividade obtida em cada árvore. Assim, apuraram-se dois modelos, um com nove variáveis preditoras e outro com 10. O facto de haver uma variável preditora a mais, num dos modelos, não se verificava no R^2 ajustado, sendo este valor 33% para ambas as modelações. Podemos então concluir que a quantidade de miolo existente em cada árvore é explicada em 33% pelos modelos obtidos com os dados da deteção remota.

Por último, para que os resultados fossem os mais abrangentes possíveis, modelou-se a quantidade de miolo em cada árvore com todos os dados de campo e de detecção remota, anteriormente utilizados. Desta modelação resultaram dois modelos, um com dez variáveis preditoras e outro com treze. Neste modelo verificou-se o mesmo que no anterior, embora o número de variáveis seja diferente, o R^2 ajustado foi igual. Tendo-se obtido um R^2 ajustado de 39%, podemos admitir que a variável dependente é explicada em 39% pelo modelo de regressão.

Do ponto de vista prático, este estudo pode ser uma ferramenta bastante interessante para o agricultor. Através dele, torna-se possível perceber como varia a cultura no espaço e no tempo, ao longo do ciclo vegetativo. Sendo que, a parte com mais valor económico, na amendoeira, é o miolo, é importante saber como este fruto varia ao longo do ano e onde se concentram os miolos com melhores características. Deste modo, este estudo mostrou que é possível obter informação antecipada das árvores e perceber onde se localizam as zonas mais produtivas da parcela.

Relativamente à detecção remota, como ferramenta essencial neste estudo, podemos identificar algumas vantagens na sua utilização. Foi possível verificar zonas com elevado vigor vegetativo que não se alteraram na altura da colheita, isto é, zonas em que as produtividades foram também elevadas.

Como desvantagem da utilização da detecção remota, neste estudo, assinala-se a data escolhida para a recolha dos dados. A recolha dos dados de detecção remota foi feita no dia vinte de maio e a recolha dos dados de campo foi feita no final do mês de setembro, o que possibilitou o crescimento das árvores nesse intervalo de tempo. Sendo que haviam zonas da parcela, em que as árvores recebiam um menor número de horas solares por dia, essas árvores desenvolveram de acordo com essa condicionante. Deste modo, é então possível observar e comparar as diferenças nas cartas elaboradas em diferentes datas de recolha.

Este estudo tem elevada importância nos dias que decorrem atendendo à área ocupada por esta cultura na região do Baixo Alentejo. Sendo uma cultura em expansão é fundamental compreender que fatores influenciam o potencial produtivo da cultura e a qualidade do fruto produzido.

6. Referências Bibliográficas

- Agustí, M. (2004). Fruticultura. Mundi-Prensa, Madrid, 507pp.
- Arquero, O. (2013). Manual del Almendro. Junta de Andalucía e Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Sevilla, 80pp.
- Auernhammer, H. (2001). Precision farming - The environmental challenge. *Computers and Electronics in Agriculture*. 30: 31–43.
- Azevedo, A. L. (1971). A classificação climática de Köppen. *Agrossilva*, Nova Lisboa. 55–60.
- Batista de Oliveira, R., Souza Lima, J. S. de, Assis Silva, S. de, Antuniassi, U. R., e Fagioni da Silva, A. (2010). Variabilidade Espacial do Estado Nutricional do Cafeeiro *Canephora* Visando o Manejo Localizado. *Coffee Science*. 5: 190-196.
- Bernardi, J.V.E. e Landim, P.M.B. (2002). Aplicação do Sistema de Posicionamento Global (GPS) na coleta de dados. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, Texto Didático 10, 31 pp.
- Bernis, J. M. F. (n.d.). El almendro y el algarrobo: Frutos secos de futuro. 1–8.
- Braga, R. (2009). Viticultura de Precisão. Ricardo Braga e Associação dos Jovens Agricultores de Portugal, Lisboa, 84pp
- Braga, R. e Pinto, P. A. (2011). Agricultura de Precisão, adoção e principais obstáculos. *Agrotec*. 1: 84–89.
- Braga, R. (2016). Agricultura de Precisão: Produzir mais, melhor, mais barato e com menores impactos ou um caminho realista para a “intensificação sustentável”. Instituto Superior de Agronomia - Universidade de Lisboa. 1-19.
- Caballero, J. E. (2010). La polinización en el almendro. *Jornadas Técnicas de Frutos Secos*. Murcia. 1-5.

- Carlson, T. N. e Ripley, D. A. (1997). On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote Sensing of Environment*. 62: 241–252.
- Carvalho Cardoso, J. V. J. de. (1965). Os Solos de Portugal, Sua classificação, Caracterização e Génese, A Sul do Rio Tejo. Direção-Geral dos Serviços Agrícolas. Lisboa, 310pp.
- Climate Science Investigations (n.d.). Energy: The Driver of Climate. Consultado a 10 de Maio de 2017, em <http://www.ces.fau.edu/nasa/module-2/radiation-sun.php>
- Coelho, J. C., Silva, L. M., Tristany, M., Neto, M. C., Pinto, P. A. (2003). Agricultura de Precisão. Prefácio, Lisboa, 106pp.
- Coelho, J. P. C., e Marques da Silva, J. R. (2009). Agricultura de precisão. Associação de Jovens Agricultores de Portugal, Lisboa, 83pp.
- Company, R. S. e Felipe, A. J. (2006). 'Belona' y 'Soleta', dos nuevos cultivares de almendro. *Información Técnica Económica Agraria*. 102: 398–408.
- Cordeiro, V., Oliveira, M., Ventura, J., e Monteiro, A. (2001). Study of some physical characters and nutritive composition of the Portuguese's (local) almond varieties. *XI GREMPA Seminar on Pistachios and Almonds*. 56: 333–337.
- Corwin, D. L. e Lesch, S. M. (2003). Application of soil electrical conductivity to precision agriculture. *Agronomy Journal*. 95: 455–471.
- Corwin, D. L. e Lesch, S. M. (2005). Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. 46: 11–43.
- Dana, P. H. (1997). Global Positioning System (GPS) Time Dissemination for Real-Time Applications. *Real-Time Systems*. 12: 9–40.
- Departamento de Produção da Agência Estatal de Meteorologia de Espanha e Departamento de Meteorologia e Clima do Instituto de Meteorologia de Portugal (2011). *Atlas Climático Ibérico - Iberian Climate Atlas*. Agência Estatal de

Meteorología, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino e Instituto de Meteorologia de Portugal, 79pp.

Du, Q., Chang, N.-B., Yang, C., e Srilakshmi, K. R. (2008). Combination of multispectral remote sensing, variable rate technology and environmental modeling for citrus pest management. *Journal of Environmental Management*. 86: 14–26.

EDIA (Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva, S. A) (2013). O que é o Alqueva - História - Cronograma Histórico. Consultado a 3 de Março de 2017, em <http://www.edia.pt/pt/o-que-e-o-alqueva/historia-cronograma-historico/109>.

Elmore, A. J., Mustard, J. F., Manning, S. J., e Lobell, D. B. (2000). Quantifying Vegetation Change in Semiarid Environments. *Remote Sensing of Environment*. 73: 87–102.

Erarslan, K. (2012). Computer Aided Ore Body Modelling and Mine Valuation. *Earth Sciences*. 16: 345-372

Felipe, A. J. (1992). Almond - A Diverse Germplasm. *HortScience*. 27: 718-863.

Fernández i Martí, A., Font i Forcada, C., Kamali, K., Rubio-Cabetas, M. J., Wirthensohn, M., e Socías i Company, R. (2015). Molecular analyses of evolution and population structure in a worldwide almond [*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb syn. *P. amygdalus* Batsch] pool assessed by microsatellite markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 62: 205–219.

Ferreira, S. W. C., Sousa Lima, C., Souza Cavalcanti, C. L., Oliveira Santos, H. A. (2010). Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do açude cachoeira, no município de Serra Talhada- PE, Brasil. *VI Seminário Latino Americano de Geografia Física, II Seminário Ibero Americano de Geografia Física*, Universidade de Coimbra, Maio de 2010. pp. 1-10.

Goovaerts, P. (2000). Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. *Journal of Hydrology*. 228: 113–129.

Grasselly, C., e Crossa-Raynaud, P. (1984). El Almendro. Mundi-Prensa, 465pp.

- Gu, Y. T., Wang, Q. X., e Lam, K. Y. (2007). A meshless local Kriging method for large deformation analyses. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*. 196: 1673–1684.
- Haboudane, D., Miller, J. R., Pattey, E., Zarco-Tejada, P. J., e Strachan, B. I. (2004). Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: modeling and validation in the context of precision agriculture. *Remote Sensing of Environment*. 90: 337–352.
- Hengl, T. (2009). A Practical Guide to Geostatistical Mapping. University of Amsterdam, 290pp.
- Homet-Gutiérrez, P., Schupp, E. W., e Gómez, J. M. (2015). Naturalization of almond trees (*Prunus dulcis*) in semi-arid regions of the Western Mediterranean. *Journal of Arid Environments*. 113: 108–113.
- Instituto Nacional de Estatística (INE). (2014). Estatísticas Agrícolas. Instituto Nacional de Estatística, I.P., Lisboa, 166pp.
- Jackson, R.D., Huete, A. R. (1991). Interpreting vegetation indices. *Preventive Veterinary Medicine*. 11: 185–200.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., e Rubel, F. (2006). World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15: 259–263.
- Krishna, K. R. (2013). Precision Farming: Soil Fertility and Productivity Aspects. Apple Academic Press, 188pp.
- Ladizinsky, G. (1999). On the Origin of Almond. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 46: 143–147.
- Lee, W. S., Burks, T. F., e Schueller, J. K. (2002). Silage yield monitoring system. 2002 ASAE Annual Meeting/ CIGR XVth World Congress, Chicago, 10pp.

- Liaghat, S., e Balasundram, S. K. (2010). A review: The role of remote sensing in precision agriculture. *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 5: 50–55.
- Loreti, F. (2008). Porta-enxertos para a cultura do pêsegueiro do terceiro milênio. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 30: 274-284.
- Ly, S., Charles, C., e Degré, A. (2011). Geostatistical interpolation of daily rainfall at catchment scale: The use of several variogram models in the Ourthe and Ambleve catchments, Belgium. *Hydrology and Earth System Sciences*. 15: 2259–2274.
- Lyle, S. (2006). Enciclopedia de las Frutas del Mundo. De Vecchi, Barcelona, 480pp.
- Maré, H., e Maré, F. (2016). A decision support model for the adoption of precision agriculture practices. *International Journal of Agricultural Management*. 5: 31-37.
- McBride, W. D., e Daberkow, S. G. (2003). Information and the Adoption of Precision Farming Technologies. *Journal of Agribusiness*. 21: 21-38.
- Miarnau, X., Torguet, L., Batlle, I., Romero, A., Rovira, M., e Alegre, S. (2015). Comportamiento agronómico y productivo de las nuevas variedades de almendro. *Simposio Nacional de Almendro y otros Frutos Secos*, Feira de Lleida, 24 de Setembro de 2015. pp 1-74.
- Miarnau, X., Vargas, F. J., Montserrat, R., e Alegre Castellví, S. (2010). Aspectos importantes en las nuevas plantaciones de almendro en regadío. *Revista de Fruticultura*. 10: 94–103.
- Monteiro, A., Cordeiro, V., e Gomes-Laranjo, J. (2003). A Amendoeira. J. Azevedo, Mirandela, 186pp.
- Moral García, J. F. (2003). La Representación Gráfica de las Variables Regionalizadas. Geoestadística Lineal. Universidad de Extremadura. Servicio de Publicaciones, Cáceres, 157pp.

- Mulla, D. J. (2013). Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. *Biosystems Engineering*. 114: 358–371.
- Nahry, A. H. El, Ali, R. R., e Baroudy, A. A. El. (2011). An approach for precision farming under pivot irrigation system using remote sensing and GIS techniques. *Agricultural Water Management*. 98: 517–531.
- National Research Council (1997). Precision Agriculture in the 21st Century Geospatial and Information Technologies in Crop Management. The National Academies Press Washington DC, 150pp.
- Oliver, M. A. (2010). The Variogram and Kriging. *Handbook of Applied Spatial Analysis: Software Tools, Methods and Applications*. pp. 319-352.
- Oliver, M. A., e Webster, R. (2014). A tutorial guide to geostatistics: Computing and modelling variograms and kriging. *Catena*. 113: 56–69.
- Patanita, M., e Penacho, J. (2014). A aplicação da agricultura de precisão no olival. *Boas práticas agroambientais na fileira do azeite*, Instituto Politécnico de Beja, 14 de Outubro de 2014. pp. 1-23.
- Penteado, M. (2014). *Utilização de imagens de alta resolução de Detecção Remota na gestão do montado de sobro*. Tese de Mestrado em Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia - Universidade de Lisboa, Lisboa. 119 pp.
- Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J. M., Tucker, C. J., e Stenseth, N. C. (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology and Evolution*. 20: 503–510.
- Qi J., Chehbouni A., Huete A.R., K. Y. H. (1994). Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI). *Remote Sens Environment*. 48: 119–126.
- Rigau, A. (1988). El cultivo del almendro. Sintesis, Barcelona, 212pp.
- Rodrigues, N. P. P. da S. C. (2015). *Cartografia de Aptidão da Variedade de Amêndoa 'Guara' em Portugal*. Projeto Final da Pós-Graduação em Agribusiness. Instituto

Superior de Economia e Gestão - Universidade de Lisboa, Lisboa. 54pp.

- Sawyer, J. E. (1994). Concepts of variable rate technology with considerations for fertilizer application. *Journal of Production Agriculture*. 7: 163–201.
- Seelan, S. K., Laguette, S., Casady, G. M., e Seielstad, G. A. (2003). Remote sensing applications for precision agriculture: A learning community approach. *Remote Sensing of Environment*. 88: 157–169.
- Silva, J. R. M., Sousa, A., e Mesquita, P. (2010). O desafio dos sensores remotos no inventário de biomassa sólida. *Assinatura Espectral*, Universidade de Évora, 11 de Junho de 2016. pp. 1–21.
- Soares, A. (2000). Geoestatística para as Ciências da Terra e do Ambiente. Instituto Superior Técnico, Lisboa, 232pp.
- Sudduth, K. A., Kitchen, N. R., Wiebold, W. J., Batchelor, W. D., Bollero, G. A., Bullock, D. G., Clay, D. E., Palm, H. L., Pierce, F. J., Schuler, R. T., Thelen, K. D. (2005). Relating apparent electrical conductivity to soil properties across the north-central USA. *Computers and Electronics in Agriculture*. 46: 263–283.
- Thorp, K. R., e Tian, L. F. (2004). A review on remote sensing of weeds in agriculture. *Precision Agriculture*. 5: 477–508.
- Tomczak, M. (1997). Spatial Interpolation and its Uncertainty Using Automated Anisotropic Inverse Distance Weighting (IDW) - Cross-Validation/Jackknife Approach. *Journal of Geographic Information and Decision Analysis GIDA*. 2: 18–30.
- Tschiedel, M., e Ferreira, M. F. (2002). Introdução à Agricultura de Precisão: Conceitos e Vantagens. *Ciência Rural*. 32: 159–163.
- Vellidis, G., Perry, C. D., Durrence, J. S., Thomas, D. L., Hill, R. W., Kvien, C. K., Hamrita, T. K., Rains, G. (2001). The peanut yield monitoring system. *Transactions of the ASAE*. 44: 775–785.

- Voss, S., Zimmermann, B., e Zimmermann, A. (2016). Detecting spatial structures in throughfall data: The effect of extent, sample size, sampling design, and variogram estimation method. *Journal of Hydrology*. 540: 527–537.
- Wang, X. J. (1998). Kriging and heavy metal pollution assessment in wastewater irrigated agricultural soil of Beijing's eastern farming regions. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 33(6): 1057-1073.
- WVU Extension Service (2008). Demonstration of Precision Agriculture on Grassland in the Greenbrier Valley, (WV). National Fish and Wildlife Foundation Final Programmatic Report. 5pp.
- Yang, C. (2001). A variable rate applicator for controlling rates of two liquid fertilizers. *Applied Engineering in Agriculture*. 17(3): 409–417.
- Zhang M., Li M.Z., Liu G., Wang M.H. (2008) Yield Mapping in Precision Farming. In: Li D. (eds) Computer And Computing Technologies In Agriculture, Volume II. CCTA 2007. The International Federation for Information Processing, vol 259. Springer, Boston, MA.
- Zhang, N., Runquist, E., Schrock, M., Havlin, J., Kluitenburg, G., e Redulla, C. (1999). Making GIS a versatile analytical tool for research in precision farming. *Computers and Electronics in Agriculture*. 22: 221–231.
- Zheng, G., e Moskal, L. M. (2009). Retrieving Leaf Area Index (LAI) Using Remote Sensing: Theories, Methods and Sensors. *Sensors*. 9: 2719–45.

7. Anexos

1. Dados Climáticos de Ferreira do Alentejo – Outeiro (Agrobeja).

Data	P (mm)	ET0 (mm)	TMin. (°C)	TMéd. (°C)	TMax. (°C)	HRMin. (%)	HRMéd. (%)	HRMax. (%)
2016-01-01	3.8	0.6	8.72	13.93	18.46	84.19	95.94	100
2016-01-02	0	1.1	8.65	12.84	17.72	61.81	87.68	100
2016-01-03	1.8	0.5	11	14.62	17.39	88.47	96.31	99.5
2016-01-04	7.6	0.8	12	15.99	17.72	73.72	89.04	98.75
2016-01-05	2.7	1	7.11	10.52	14.49	69.34	86.83	98.91
2016-01-06	0.1	1	5.6	11.3	16.57	66.83	89.38	100
2016-01-07	0.4	0.6	13.61	14.78	16.35	86.22	96.04	99.63
2016-01-08	16.2	0.4	13.41	14.42	15.97	91.88	96.5	100
2016-01-09	0.3	1.1	9.33	13.07	16.9	68.81	90.76	100
2016-01-10	1.5	1.2	13.17	15.33	17.77	70.74	86.79	98.24
2016-01-11	8.6	1.3	6.61	12.94	17.28	60.52	86.03	98.68
2016-01-12	0	1.5	3.9	9.74	17.57	54.36	86.3	100
2016-01-13	0	1.6	3.4	9.61	18.98	52.05	85.99	100
2016-01-14	1.3	0.5	4.89	11.08	16.37	85.7	95.57	100
2016-01-15	0	1.7	3.67	10.98	15.84	63.33	80.95	97.58
2016-01-16	0	1.8	0.33	7	15.36	41.06	78.09	100
2016-01-17	0.8	1.2	0.45	6.91	15.23	52.11	85.18	99.18
2016-01-18	0.1	1.4	5.04	10.48	17.06	53.51	88.13	100
2016-01-19	1.2	1.4	7.12	11.57	17.07	56.8	87.64	99.75
2016-01-20	3.1	1.6	10.1	13.82	18.95	54.31	86.72	100
2016-01-21	2.7	0.6	13.15	15.07	18.08	87.67	95.96	99.4
2016-01-22	0.2	0.8	14.2	16.28	19.15	77.89	92.97	100
2016-01-23	0	1.8	10.69	15.06	21	65.5	89.21	100
2016-01-24	0	1.7	10.85	15.19	21.68	56.03	85.51	98.64
2016-01-25	8.5	0.6	8.63	12.58	16.99	77.9	94.75	100
2016-01-26	0.1	1.2	6.91	10.6	16.31	61.29	92.41	100
2016-01-27	0.1	1.5	4.74	9.68	17.31	61.14	90.31	100
2016-01-28	0.9	1.3	7.99	11.42	16.59	67.57	90.39	99.78
2016-01-29	0	2.2	3.6	9.8	16	59.8	87	100

2016-01-30	0	2.2	2.5	8.9	16.6	60.6	87.6	100
2016-01-31	0	2.4	5.2	11.7	18.4	67.6	88	100
2016-02-01	0.2	1.2	5	10.3	18.6	74.6	95.9	100
2016-02-02	0.1	1.1	5.3	9.8	16.7	76	94.4	100
2016-02-03	0	1.4	4.1	10.1	16.3	68.5	89.4	100
2016-02-04	0	1.8	5.8	10.3	17	50.9	79.2	99.4
2016-02-05	0	1.7	5.1	11.1	17.7	59.8	83.9	96.6
2016-02-06	2.9	0.9	8.5	12.6	17.5	70.1	90.3	98.6
2016-02-07	0.4	2	7.9	12.3	17.5	51	83.8	98.4
2016-02-08	0	0.8	8.4	12.5	16.3	72.9	89	96.4
2016-02-09	1.6	0.9	11.5	14.3	17.6	71.5	91.1	98.7
2016-02-10	5.9	0.5	13.2	14.9	16.5	88.1	95.4	99.9
2016-02-11	0.6	1	11.8	14.8	18	81.4	95.5	100
2016-02-12	1.2	0.5	12.3	15	17.6	92.5	97	99.6
2016-02-13	0.7	0.4	14	14.9	16.1	90.2	96.9	99.6
2016-02-14	2.5	1.7	6.9	11.7	14.7	56.2	78.4	94.1
2016-02-15	0.1	2.5	4.4	10.6	14.5	48.3	69.4	84.7
2016-02-16	0	2.4	1.1	7.1	13.4	42.4	66.9	89.1
2016-02-17	2.7	1.7	-1.4	7.1	14.3	54.1	83.4	100
2016-02-18	0	1.9	4.8	8.5	13.4	43.6	78.8	100
2016-02-19	0	2.5	2	8.7	16	47.9	73.3	95.2
2016-02-20	0	2.8	3.2	10.6	17.9	48.9	70	90.5
2016-02-21	0	2.3	5	11	20.6	50.1	82.1	96
2016-02-22	0	2.2	4.8	11.5	20.9	40.7	79.9	100
2016-02-23	0	1.8	3.7	10.3	16.4	60.5	86	100
2016-02-24	8.4	1.1	6.7	11.1	16.1	70.1	88.6	97.8
2016-02-25	0	1.6	5.5	11	16.4	61.9	84.9	99.4
2016-02-26	10.7	0.8	5.4	9.5	14	64.3	90.3	99.6
2016-02-27	6.1	1.8	4.1	6.9	11.1	58.3	83.4	97.9
2016-02-28	0	2.3	5.6	10.1	15.6	50.9	72.5	89.9
2016-02-29	0	3.5	2.3	9.6	16.8	44.6	72.7	96.4
2016-03-01	0	3.1	0.1	10.1	20.4	27.4	74.5	100
2016-03-02	0	2.8	3.5	11.7	19.5	58.3	83.5	100
2016-03-03	0	2.8	5.6	11.9	18.6	48.7	76.3	96.7
2016-03-04	0	1	3.7	9.8	14.6	72.4	87.6	100

2016-03-05	0.2	2	4	9.5	15.4	52.5	78.5	97.8
2016-03-06	0	2.3	4.48	9.5	15.47	51.3	77.81	97.1
2016-03-07	1.2	2.38	5.05	10.47	15.36	47.58	77.11	98.26
2016-03-08	0	2.97	4.7	10.45	16.96	35.84	70.8	96.41
2016-03-09	0	1.65	1.84	9.6	16.2	66.45	86.12	100
2016-03-10	0	3.12	6.95	11.26	16.73	43.18	67.57	90.3
2016-03-11	0	3.17	2.01	9.85	17.88	31.34	71.71	100
2016-03-12	0	3.46	-0.24	9.65	20.26	33.43	70.36	98.52
2016-03-13	0	3.63	0.46	10.98	21.82	31.4	72.84	99.16
2016-03-14	0.2	2.5	4.51	10.61	18.24	53.88	84.19	100
2016-03-15	1.6	1.23	6.85	11.57	18	59.85	88.5	99.38
2016-03-16	0	2.32	4.02	11.2	18.3	55.07	85.88	100
2016-03-17	0	2.69	2.89	10.34	19.57	49.23	84.72	100
2016-03-18	0.9	1.58	7.36	11.73	18.35	65.45	92.5	99.52
2016-03-19	5.5	1.61	6.75	11.6	17.18	58.05	86.8	100
2016-03-20	8.8	2.01	6.88	11.57	16.52	58.72	85.06	99.8
2016-03-21	2.4	2.33	4.89	9.66	18.45	53.47	88.51	100
2016-03-22	5	2.44	5.86	11.19	18.98	52.44	84.98	100
2016-03-23	0	2.7	8.52	12.59	18.24	47.47	76.38	95.31
2016-03-24	0	3.54	5.33	12.66	21.57	35.58	74.69	97.62
2016-03-25	0	3.36	3.45	11.62	19.55	46.03	80.87	100
2016-03-26	0.6	1.51	7.53	13.11	18.69	68.67	92.02	99.86
2016-03-27	0	3.59	7.29	13.24	19.22	36.36	74.68	97.73
2016-03-28	0	1.7	5.95	11.62	17.38	66.35	84.76	97.75
2016-03-29	0	3.5	8.99	14.93	21.9	49.66	77.83	97.97
2016-03-30	0.1	2.71	6.94	11.99	18.89	49.35	83	100
2016-03-31	0	3.41	5.46	10.67	16.38	40.92	69.14	95.55
2016-04-01	0	3.92	0.94	11.26	19.86	32.98	70.61	100
2016-04-02	0	2.92	2.5	11.18	18.78	47.01	79.18	99.92
2016-04-03	1.7	2.13	10.26	13.31	17.07	49.75	80.95	99.05
2016-04-04	12	0.72	9.06	13.06	14.9	74.74	93.13	99
2016-04-05	0	3.48	8.83	13.55	19.55	47.72	71.93	92.47
2016-04-06	0	4.01	6.43	14.18	22.36	38.81	74.16	99.18
2016-04-07	0	4.21	6.69	15.58	24.42	36.1	72.73	100
2016-04-08	0	3.83	6.34	12.71	19	33.81	65.76	94.49

2016-04-09	0	2.6	5.11	12.13	18.5	58.51	80.59	99.06
2016-04-10	6.4	2.01	8.83	11.81	16.25	52.64	82.11	96.6
2016-04-11	3	2.47	9.26	12.54	17.28	55	81.12	96.67
2016-04-12	0	3.32	9.59	13.84	18.74	46.45	77.07	96.81
2016-04-13	1.2	4.18	7.66	14.52	20.86	42.76	76.1	99.97
2016-04-14	0	3	10.02	15.64	21.94	51.59	78.22	97.25
2016-04-15	4.6	2.33	11.05	15.33	21.96	55.06	86.91	98.24
2016-04-16	7.2	2.37	10.69	15.88	19.77	63.79	86.69	98.29
2016-04-17	0	3.37	9.07	14.19	20.69	46.19	79.5	100
2016-04-18	0.2	3.93	6.25	16.45	24.58	37.23	71.05	100
2016-04-19	31	2.12	11.61	15.6	20.13	63.26	87.33	97.98
2016-04-20	7.4	1.93	9.23	13.05	18.87	54.91	87.76	99.18
2016-04-21	4.9	2.44	9.03	14.33	19.58	53.18	82.24	99.05
2016-04-22	2	2.94	10.95	15.44	21.47	45.96	80.31	99.47
2016-04-23	5.6	1.92	12.64	15.76	21.81	64.8	87.6	99.17
2016-04-24	0	4.7	8.72	16.81	24.77	38.52	72.78	98.68
2016-04-25	0	4.98	8.67	17.7	26.17	36.24	68.72	99.01
2016-04-26	0	4.74	8.82	16.31	24.06	31.5	73.53	99.91
2016-04-27	0	3.73	8.98	14.8	21.49	46.48	79.42	98.73
2016-04-28	0	3.78	10.04	15.46	22.31	49.85	77.12	97.88
2016-04-29	0	3.63	9.73	16.57	25.9	39	77.71	98.72
2016-04-30	0	5.17	10.3	17.35	25.82	23.77	64.35	95.01
2016-05-01	0	5.83	7.27	17.22	25.81	22.15	56.02	93.79
2016-05-02	0	6.35	9.09	18.6	27.33	19.98	46.21	76.43
2016-05-03	0	6.49	7.78	21.22	32.44	17.75	47.96	91.13
2016-05-04	0	3.89	11.88	21.66	29.19	30.23	51.63	79.7
2016-05-05	31.6	1.03	13.67	15.7	19.38	75.68	90.37	98
2016-05-06	5.2	1.31	11.44	14.58	16.98	68.32	87.33	98.67
2016-05-07	21.7	1.05	9.94	13.55	16.83	71.71	91.31	98.46
2016-05-08	7.7	2.68	11.99	15.05	19.33	60.99	83.88	96.53
2016-05-09	0.5	3.12	11.98	14.94	18.82	53.52	80.71	96.81
2016-05-10	18	2.38	10.96	14.06	18.52	58.86	84.06	96.98
2016-05-11	11.9	2.06	10.35	13.4	18.73	65.14	88.21	98.36
2016-05-12	5.1	1.94	10.49	13.54	17.87	61.91	88.56	97.66
2016-05-13	4	2.44	8.91	13.8	19.32	57.57	85.9	99.26

2016-05-14	0	1.97	9.92	14.48	18.89	66.35	82.82	99.27
2016-05-15	0	4.27	9.89	17	24.66	46.16	77.72	98.31
2016-05-16	7.7	2.68	10.36	19.05	27.48	36.12	74.22	98.68
2016-05-17	0	4.81	12.45	18.7	26.61	41.33	72.09	95.32
2016-05-18	0	4.9	8.94	17.56	26.68	44.52	74.24	98.34
2016-05-19	0	5.26	10.71	19.52	28.18	41.03	70.73	97.11
2016-05-20	0	5.8	13	22.26	33.29	29.6	67.57	98.72
2016-05-21	0	4.59	12.76	18.44	27.05	51.38	80.27	99.95
2016-05-22	0	4.84	12.45	18.88	24.64	34.17	66.81	96.63
2016-05-23	0	4.29	8.16	18.12	27.25	18.64	59.59	95.35
2016-05-24	0.5	2.68	11.94	16.65	22.38	55.37	78.88	95.43
2016-05-25	0	2.78	13.09	17.1	22.6	47.63	78.2	97.72
2016-05-26	0	4.2	11.62	17.19	23.32	38.62	70.46	97.68
2016-05-27	0	3.42	9.14	17.14	23.47	43.12	73.89	95.48
2016-05-28	12.2	3.72	13.55	17.39	21.38	55.13	79.35	97.16
2016-05-29	0.5	3.9	12.13	16.87	21.98	45.39	75.3	99.21
2016-05-30	0	4.61	10.33	17.23	24.59	37.69	71.17	99.2
2016-05-31	0	5.91	10.41	20	28.66	32.01	62.96	96.23
2016-06-01	0	6.28	11.67	23.03	32.58	22.83	54.4	92.94
2016-06-02	0	5.27	13.1	22.46	32.3	26.16	58.41	90.48
2016-06-03	0.3	4.73	12.38	17.84	23.62	47.26	75.15	98.27
2016-06-04	0	4.38	10.64	18.2	25.51	48.05	76.32	99.03
2016-06-05	0	4.91	13.01	19.98	28.22	38.02	72.86	99.89
2016-06-06	0	5.36	14.13	21.46	29.61	39.31	70.11	98.65
2016-06-07	0	6.5	12.33	24.79	35.12	23.31	54.83	96.72
2016-06-08	0	6.62	15.39	27.13	37.45	24.02	50.12	90.75
2016-06-09	0	6.06	17.34	23.93	31.96	35.39	56.27	79.25
2016-06-10	0.1	4.74	15.32	21.26	27.44	39.04	64.73	93.51
2016-06-11	0	6.08	12.84	20.93	28.82	32.28	60.31	91.71
2016-06-12	0	6.11	14.71	23.54	32.87	32.08	64.55	95.71
2016-06-13	0	5.41	17.51	22.76	28.75	53.33	70.83	89.86
2016-06-14	1.4	5.27	15.09	20.67	27.02	42.03	71.82	92.42
2016-06-15	1.3	4.19	13.35	17.94	23.06	39.03	71.71	95.69
2016-06-16	1.3	4.19	13.35	17.94	23.06	39.03	71.71	95.69
2016-06-17	0	5.65	10.13	19.04	26.47	33.06	60.77	96.36

2016-06-18	0	6.48	12.09	21.11	29.58	26.04	56.12	89.6
2016-06-19	0	7.25	13.16	24.7	34.51	17.36	48.35	89.4
2016-06-20	0	7.09	15.17	27.04	37.6	19.88	46.69	79.22
2016-06-21	0	6.86	17.11	26.76	36.98	22.33	46.35	81.57
2016-06-22	0	6.77	15.97	24.95	35.14	16.94	52.16	90.78
2016-06-23	0	5.91	16.27	23.83	34.62	30.92	66.06	95.7
2016-06-24	0	5.94	15.24	22.42	30.83	31.88	65.37	94.42
2016-06-25	0	5.47	14.27	22.11	31.13	40.06	67	94.14
2016-06-26	0	5.52	13.65	23.61	34.7	27.54	61.45	94.22
2016-06-27	0	6.46	16.57	26.7	37.15	17.19	50.5	84.97
2016-06-28	0	5.29	18.19	27.07	36.41	30.22	48.97	73.7
2016-06-29	0	2.43	15.83	23.98	33.6	23.37	55.14	86.31
2016-06-30	0	6.25	13.78	22.39	31.54	28.38	59.53	87.04
2016-07-01	0	5.36	16.7	22.29	30.19	39.23	64.48	86.35
2016-07-02	0	6.51	13.25	24.14	35.94	28.93	60.81	94.82
2016-07-03	0	6.85	16.44	27.53	42.46	18.34	49.53	82.84
2016-07-04	0	5.75	19.34	26.39	36.31	34.29	60.96	82.78
2016-07-05	0	5.68	18.02	24.6	34.41	37.05	66.41	89.05
2016-07-06	0	3.93	16.43	22.79	33.55	39.57	73.1	96.56
2016-07-07	3.2	2.1	17.26	22.15	30.72	42.67	78.31	93.61
2016-07-08	0	6.8	16.76	26.88	37.06	27.98	57.51	97.59
2016-07-09	0	7.09	17.32	28.71	40.23	22.35	45.82	81.75
2016-07-10	0	6.6	18.51	26.59	36.2	29.58	53.15	80.06
2016-07-11	0	6.39	16.1	23.73	32.49	29.22	58.58	90.45
2016-07-12	0	6.61	15.21	22.5	30.96	22.85	51.24	80.83
2016-07-13	0	6.92	13.11	24.14	35.57	18.07	48.93	83.78
2016-07-14	0	6.89	14.25	26.71	37.39	13.2	39.54	79.47
2016-07-15	0	6.68	16.08	27.49	39.37	22.83	46.04	71.17
2016-07-16	0	6.56	18.01	28.01	38.52	23.2	46.2	79.04
2016-07-17	0	6.46	18.42	27.12	39.62	20.57	43.72	69.61
2016-07-18	0	6.61	15.8	25.92	36.19	20.35	48.59	77.33
2016-07-19	0	4.95	17.46	26.62	37.7	24.17	55.76	86.64
2016-07-20	0	6.44	16.83	25.97	35.27	24.34	54.3	87.85
2016-07-21	0	6.37	14.12	23.67	33.44	28.9	60.26	94.3
2016-07-22	0	5.83	18.4	24.22	32.21	36.23	62.56	83.06

2016-07-23	0	6.58	15.82	27.41	37.5	21.78	52.24	91.44
2016-07-24	0	6.94	17.59	28.06	39.05	19.8	37.19	79.77
2016-07-25	0	6.52	17.56	28.62	40.28	22.04	44.56	79.24
2016-07-26	0	6.77	17.7	27.95	38.49	15.71	45.28	83.04
2016-07-27	0	5.36	16.21	24.29	35.99	26.26	66.9	95.93
2016-07-28	0	6.14	16.07	26.67	39.4	18.63	44.55	92.46
2016-07-29	0	5.99	16.1	25.68	37.31	26.53	61.94	88.16
2016-07-30	0	4.95	16.41	21.91	27.95	46.84	69.55	90.94
2016-07-31	0	5.71	15.6	23.47	32.04	35.78	63.95	94.67
2016-08-01	0	5.77	14.36	23.89	34.12	30.19	59.43	86.22
2016-08-02	0	7.35	14.75	25.03	36.83	25.01	56.43	87.24
2016-08-03	0	6.13	16.21	24.8	34.74	27.41	54.6	82.46
2016-08-04	0	5.36	17.11	24.41	32.9	37.66	68.43	93.72
2016-08-05	0	6.54	16.26	25.73	36.72	24.77	59.28	92.25
2016-08-06	0	5.93	17.25	27.98	38.72	27.45	49.95	77.8
2016-08-07	0	6.18	18.4	28.62	40.97	21.63	49.2	80.27
2016-08-08	0	6.12	17.26	29.36	40.35	20.22	46.64	80.88
2016-08-09	0	5.93	19.13	27.82	38.04	21.76	44.87	72.16
2016-08-10	0	4.27	21.38	28.92	35.83	15.52	40.72	61.37
2016-08-11	0	5.81	17.36	26.68	36.77	25.4	55.11	80.34
2016-08-12	0	5.68	17.87	27.91	38.28	24.11	53.24	81.86
2016-08-13	0	5.64	17.78	27.95	38.94	22.85	48.15	82.99
2016-08-14	0	5.67	17.87	26.4	36.55	21.07	44.95	70.16
2016-08-15	0	4.98	14.75	23.25	34.09	29.39	61.66	90.67
2016-08-16	0	5.2	13.94	22.67	32.14	25.9	63.5	93.89
2016-08-17	0	5	16.24	22.86	31.21	44.22	70.24	91.84
2016-08-18	0	5.29	14.6	22.55	32.97	29.57	62.53	93.19
2016-08-19	0	5.08	14.99	22.75	31.36	49.44	75.51	92.75
2016-08-20	0	6.93	17.13	23.28	30.94	19.16	57.06	94.12
2016-08-21	0	6.75	12.72	24.65	37.91	13.47	49.28	87.16
2016-08-22	0	5.42	15.49	26.77	39.6	25.74	53.22	78.07
2016-08-23	0	5.19	17.27	27.85	39.89	21.9	47.33	82.32
2016-08-24	0	5.09	18.84	27.12	38.69	22.01	45.11	75.03
2016-08-25	0	4.84	16	26.14	37.22	26.96	57.48	90.55
2016-08-26	0	4.74	17.47	26.06	38.44	24.61	58.78	87.13

2016-08-27	0	4.97	17.02	26.31	37.3	29.78	60.99	86.44
2016-08-28	0	5.4	14.78	24.54	33.93	23.5	55.37	82.52
2016-08-29	0	5.16	15.35	23.5	33.45	23.23	53.39	81.45
2016-08-30	0	4.69	12.69	21.67	32.64	34.61	66.77	92.91
2016-08-31	0	4.34	14.08	22.66	33.34	37.1	67.3	96.48
2016-09-01	0	4.8	15.35	24.61	36.89	24.88	57.65	91.36
2016-09-02	0	4.66	16.47	25.63	37.23	28.7	60.15	91.32
2016-09-03	0	4.57	16.97	27.21	39.16	23.25	53.19	85.92
2016-09-04	0	4.56	18.36	28.43	40.38	21.06	47.25	73.36
2016-09-05	0	4.2	18.79	30.32	42.75	15.21	44.6	77.91
2016-09-06	0	4.55	18.71	30.46	43.29	14.2	40.25	78.5
2016-09-07	0	4.44	18.32	23.92	33.4	27.46	62.87	90.14
2016-09-08	0	4.8	16.25	22.21	29.82	25.63	60.08	92.99
2016-09-09	0	4.72	12.36	21.34	30.24	27.83	62.4	92.56
2016-09-10	0	4.44	15.37	22.74	31.96	30.87	67.85	97.69
2016-09-11	0	4.1	16.82	24.24	36.7	20.2	67.09	97.77
2016-09-12	0	4.3	14.37	22.63	32.8	34.01	70.81	96.39
2016-09-13	0.9	3.72	14.34	20.82	26.08	42.11	71.21	96.18
2016-09-14	0	3.33	12.2	17.63	24.8	39.01	70.79	96.83
2016-09-15	0	3.48	10.7	18.37	25.47	42.73	71.9	94.07
2016-09-16	0	3.92	13.38	20.73	29.26	32.16	66.19	97.41
2016-09-17	0	3.82	11.95	23.58	34.24	20.69	56.59	97.13
2016-09-18	0	3.33	12.62	23.83	34.9	16.02	50.31	87.34
2016-09-19	0	3.18	10.91	23.11	34.41	13.94	47.69	85.47
2016-09-20	0	3.23	12.48	20.86	30.83	21.65	59.39	96.29
2016-09-21	0	2.86	10.84	18.61	27.99	37.56	73.46	100
2016-09-22	0	1.97	10.67	18.05	25.77	36.98	69.5	95.71
2016-09-23	0	2.83	11.74	19.79	30.03	30.73	68.45	96.25
2016-09-24	0	2.83	10.93	20.26	32.13	26.12	69.33	95.49
2016-09-25	0	2.34	15.84	20.96	30.04	26.03	71.26	97.83
2016-09-26	0	3.23	11.16	19.94	30.05	29.03	59.36	92.99
2016-09-27	0	3.8	13.6	23.6	33.9	18.9	34.63	81.24
2016-09-28	0	3.47	12.7	23.61	34.77	22.74	52.24	82.15
2016-09-29	0	3.47	14.65	23.09	32.19	25.68	52.12	81.57
2016-09-30	0	2.67	12.59	22.04	32.55	25.33	56.68	82.9

2016-10-01	0	2.91	14.16	20.27	28.58	32.7	60.67	93.33
2016-10-02	0	2.83	9.7	17.74	26.14	34.11	59.08	83.51
2016-10-03	0	2.6	8.51	18.56	31.67	23.3	59.58	92.51
2016-10-04	0	3.1	8.76	19.86	30.7	14.82	56.64	92.29
2016-10-05	0	2.8	9.91	20.42	33.7	20.77	63.36	98.01
2016-10-06	0	3.2	11.23	19.93	32.89	21.32	58.02	94.73
2016-10-07	0	3.78	10.4	17.82	28.93	24.06	72.46	100
2016-10-08	0	3.92	7.82	18.03	29.55	35.9	68.55	95.21
2016-10-09	0	3.48	11.65	17.3	25.76	41.37	75.09	95.76
2016-10-10	0.1	2.66	8.91	15.37	26.49	38.68	81.53	99.43
2016-10-11	0.3	2.86	9.65	16.11	23.23	45.33	77.21	99.7
2016-10-12	17.7	0.91	12.73	16.52	20.86	68.78	93.82	99.21
2016-10-13	0.4	2.39	10.8	15.75	21.4	59.74	87.13	100
2016-10-14	0	3.13	11.36	15.85	22.15	44.14	76.41	96.17
2016-10-15	0	3.21	8.25	16.08	25.73	38.44	77.48	100
2016-10-16	0	2.65	9.86	16.53	26.37	39.18	78.19	100
2016-10-17	0	2.41	14.03	19.8	27.3	49.12	74.84	91.94
2016-10-18	0	2.4	16.02	21.72	29.9	36.89	67.25	93.34
2016-10-19	0	3.22	13.92	20.26	29.56	40.6	68.13	92.28
2016-10-20	0	1.97	13.82	18.08	24.96	52.57	81.69	99.69
2016-10-21	3	1.5	15.33	18.26	22.46	58.84	84.44	96.19
2016-10-22	16.3	2.25	16.79	19.44	24.77	60.31	88.65	98.27
2016-10-23	2.8	2.33	14.3	17.23	21.39	47.56	79.39	98.25
2016-10-24	12.6	1.43	14.43	16.71	20.38	67.81	88.6	97.45
2016-10-25	18.4	1.11	15.9	18.48	23.32	67.48	90.22	98.51
2016-10-26	0	2.19	15.64	20.95	28.69	47.26	78.43	96.5
2016-10-27	0	2.28	18.02	22.48	30.12	43.02	77.69	95.38
2016-10-28	0	3.1	16.48	22.04	29.98	41.39	75.6	98.46
2016-10-29	0	2.34	14.85	20.04	27.53	45.42	76.46	95.03
2016-10-30	0	2.99	10.64	18.29	27.96	30	73.25	100
2016-10-31	0.1	3.18	10.53	18.24	26.21	42.18	72.32	99.15
2016-11-01	0	4.08	16.35	21.81	27.69	45.62	69.85	94.03
2016-11-02	0	2.36	13.38	18.68	25.83	53.63	83.8	100
2016-11-03	0	2.28	12.08	18.14	25.72	49.24	80.52	100
2016-11-04	5.9	1.16	15.21	18.06	20.87	63.36	83.53	97.84

2016-11-05	4.2	1.97	10.25	15.7	22.37	62.04	90.12	100
2016-11-06	0.1	2.14	7.1	11.84	18.24	45.72	78.66	99.84
2016-11-07	0	2.29	5.11	10.6	17.37	35.96	72.8	99.77
2016-11-08	0	2.19	2.99	10.45	18.51	41.87	74.65	99.1
2016-11-09	1.8	1.06	7.26	13.78	20.25	73.42	89.53	96.91
2016-11-10	0	2.11	8.01	13.21	19.25	47.56	80.07	100
2016-11-11	0	1.68	4.98	11.98	19.39	60.22	85.63	100
2016-11-12	0.4	1.41	8.97	14.56	20.91	64.62	89.94	100
2016-11-13	0	2.37	11.91	16.37	23.31	44.83	79.55	100
2016-11-14	0	2.79	9.76	15.33	22.97	44.47	71.88	94.49
2016-11-15	0	2.8	7.46	13.33	20.81	35.02	62.27	82.87
2016-11-16	0	2.48	3.85	12.46	22.67	31.18	65.21	94.39
2016-11-17	0	2.29	2.84	12.05	24.1	30.18	71.31	97.73
2016-11-18	0.4	1.2	6.8	12.8	18.6	64.1	89.7	100
2016-11-19	0.5	2.1	6.1	12.9	19.9	44.7	80.8	100
2016-11-20	26.9	0.6	12.8	16	18.6	81.6	95.2	99.6
2016-11-21	12.9	1.2	8.4	13	17.4	62.9	89	97.3
2016-11-22	0.1	1.5	5.3	9.9	17.1	52.6	85.2	97.6
2016-11-23	0.1	1.8	2.6	8.3	15.2	52.5	81.8	100
2016-11-24	0.2	1.62	3.65	9.48	16.3	49.76	82.05	100
2016-11-25	14.2	0.37	9.97	11.76	13.48	87.18	94.05	99.22
2016-11-26	20.4	1.05	6.19	10.95	17.19	59.86	90.69	100
2016-11-27	0.2	1.12	8.42	11.71	16.69	65.71	88.9	98.68
2016-11-28	0.1	1.6	6.7	11.2	18.2	60.1	90.4	100
2016-11-29	0.1	1.2	6.6	11.7	16.7	69.4	88.2	100
2016-11-30	0	1.4	10.6	14.1	19	66.4	80.4	90.8
2016-12-01	1.8	0.7	9.3	13	17.9	80.5	93.6	100
2016-12-02	0.3	0.76	7.98	13.06	17.37	79.24	93.44	100
2016-12-03	18.7	0.44	14.24	15.2	16.83	88.76	95.2	97.63
2016-12-04	13.9	0.77	13.95	14.89	17.11	80.68	92.81	98.09
2016-12-05	0	1.76	10.99	15.16	20.69	64.52	86.75	98.31
2016-12-06	0.1	1.77	7.72	13.81	22.83	58.11	88.16	100
2016-12-07	0	1.33	7.39	13.04	19.94	69.39	91.91	100
2016-12-08	0.1	1.62	8.43	12.59	18.09	59.59	85.04	100
2016-12-09	0	1.7	8.1	13.4	19.6	64.6	85.5	98

2016-12-10	0	1.6	10.6	15.2	21.4	66.2	87.8	98.6
2016-12-11	0.1	1.7	6.5	12.5	21.8	52.8	88.9	100
2016-12-12	0.3	1.2	6.4	10.5	20.2	59.7	93	100
2016-12-13	0	1.47	3.86	10.52	18.49	66.92	92.22	100
2016-12-14	11.5	1.3	8.3	12.5	17	57.5	87.5	100
2016-12-15	6.8	0.9	5.15	10.5	14.72	68.23	88.88	100
2016-12-16	0	1.23	7.56	9.99	13.58	61.73	83.65	98.08
2016-12-17	0	1.7	5.89	11.14	16.91	61.61	81.68	98.33
2016-12-18	0	1.9	7.62	11.48	15.72	54.76	73.82	86.65
2016-12-19	0	1.62	3.55	9.23	16.39	43.71	76.42	97.99
2016-12-20	0	1.4	-0.1	6.2	15.3	47.5	84.7	100
2016-12-21	0	1.45	-0.11	7.05	16.35	52.92	85.97	100
2016-12-22	0	1.5	2.17	8.92	18.36	50.51	84.51	100
2016-12-23	0	1.7	1.63	9.85	21.37	45.44	83.36	100
2016-12-24	0	1.76	2.19	9.87	19.07	56.77	85.19	100
2016-12-25	0	1.76	3.51	9.79	19.37	47.94	84.08	100
2016-12-26	0.1	1.55	1.03	7.8	19.66	49.39	87.34	100
2016-12-27	0	1.59	0.33	7.52	19.98	52.02	86.91	100
2016-12-28	0	1.6	0.45	8.17	18.69	56.26	86.82	100
2016-12-29	0	1.6	3.2	9.6	18.8	54.4	85.2	100
2016-12-30	0	1.69	1.24	8.66	18.15	52.01	85.12	100
2016-12-31	0	1.57	0.38	7.89	16.91	53.57	86.52	100

2. Dados recolhidos no campo.

AMOSTRA	Altura da árvore (m)	Altura do tronco (m)	Perímetro do tronco (m)	Projeção da copa (m)				Número de ramos	Diâmetro médio da copa (m)	Perímetro (m)	Peso Total (kg)	Peso Final (kg)
			(A 10 cm do solo)	N	S	E	O					
1	4	0.86	0.385	1.55	1.79	1.83	1.37	4	3.34	10.49	8.8	3.7
2	3.9	0.93	0.404	2.02	1.98	2.1	1.95	3	4	12.57	15.5	7.5
3	4	1	0.33	1.8	1.43	2.09	1.32	4	3.23	10.15	12	6.8
4	4.15	0.7	0.385	1.55	1.75	1.7	1.4	3	3.25	10.21	12.1	6.8
5	3.8	1.1	0.31	1.56	1.34	1.7	1.6	2	3.16	9.93	10.6	6
6	3.75	0.85	0.29	1.25	1.5	1.5	1.1	2	2.75	8.64	6	4.7
7	3.3	1.09	0.283	1.45	1.44	1.45	1.44	3	2.89	9.08	8	3.5
8	3.45	1.04	0.29	1.44	1.65	1.73	1.15	4	3.09	9.71	6	2
9	3.75	1.02	0.325	2	1.83	1.47	1.66	3	3.49	10.96	10	3.5
10	3.1	1.1	0.28	1.4	1.68	1.13	1.28	3	2.68	8.42	6.4	2.4
11	4.45	1.1	0.38	1.5	2	1.8	2.2	2	3.8	11.94	24.8	11
12	4.05	1.05	0.401	1.55	1.85	1.67	1.5	3	3.22	10.12	13.8	8
13	3.3	1.3	0.275	1.25	1.62	1.37	0.94	2	2.62	8.23	8	3.5
14	3.9	0.92	0.375	1.33	1.94	1.58	1.75	3	3.33	10.46	11.1	4.7
15	3.45	1.6	0.337	2	1.92	1.33	1.66	3	3.58	11.25	13.2	6.7
16	3.9	1.17	0.388	1.75	2.1	2.1	1.7	3	3.85	12.10	16.2	9.8
17	4	0.87	0.374	2.05	1.58	2.23	1.75	3	3.8	11.94	14.3	7

18	4	0.96	0.375	1.74	2.17	1.93	1.42	3	3.67	11.53	15.5	7
19	3.6	0.94	0.305	1.25	1.71	1.35	1.63	4	2.98	9.36	5.5	1.2
20	3.94	1.12	0.38	2	2	2	1.5	3	4	12.57	8	4.6
21	3.4	0.85	0.39	1.34	1.5	2.5	0.91	2	2.84	8.92	7	4
22	4.05	1.25	0.37	1.35	1.9	1.9	1.6	4	3.5	11.00	11.1	6.5
23	4.25	1.01	0.41	1.8	2	2	1.97	4	3.97	12.47	15.7	8.7
24	3.55	1.02	0.34	1.5	1.83	2	1.63	4	3.46	10.87	10.5	6
25	4.2	0.96	0.375	1.8	2	1.2	1.65	2	3.45	10.84	14	8
26	3.8	0.98	0.385	1.82	1.85	1.84	1.7	3	3.66	11.50	24.3	9.4
27	3.75	0.9	0.364	1.95	2.12	1.84	1.55	3	3.79	11.91	17	8.5
28	4	1.15	0.36	1.53	2	1.61	2	4	3.61	11.34	9.8	5.8
29	3.8	0.81	0.375	1.65	2.1	1.8	1.55	3	3.45	10.84	16.8	9
30	3.1	1.11	0.315	1.69	1.8	1.92	1.74	5	3.54	11.12	10.5	5.4
31	4.2	0.95	0.366	1.65	1.8	1.9	1.49	3	3.45	10.84	15.3	8.2
32	3.65	0.97	0.37	1.54	2.25	1.71	1.75	3	3.46	10.87	14	6.5
33	3.3	1	0.304	1.7	1.6	1.91	1.59	3	3.3	10.37	4.1	3.4
34	4.15	1.24	0.356	1.6	2.05	1.63	1.91	3	3.54	11.12	11.3	6.5
35	4.2	0.97	0.383	1.75	2.1	1.83	1.65	3	3.58	11.25	19.6	9.4
36	3.7	0.96	0.41	1.63	2.1	1.76	1.78	2	3.54	11.12	19.6	9.7
37	3.4	0.855	0.335	1.66	1.76	1.6	1.86	3	3.42	10.74	12	5.5
38	3.7	1.05	0.37	1.55	1.9	1.65	1.55	3	3.2	10.05	13.5	7.5

39	3.3	1.15	0.29	1.02	1.15	1.4	0.9	2	2.17	6.82	0	0
40	3.5	0.98	0.318	1.24	2.3	1.68	1.75	4	3.43	10.78	14.7	7
41	3.4	1.25	0.355	1.78	1.53	1.9	1.85	4	3.63	11.40	14.4	6.6
42	3.75	0.78	0.36	2.05	2.05	2.2	1.65	3	4.1	12.88	17.3	8.6
43	4	1.01	0.355	2	1.85	1.9	1.85	3	3.75	11.78	9.1	5.9
44	3.6	1	0.31	1.95	1.72	1.28	1.38	4	3.1	9.74	11.2	6.4
45	3.3	1.01	0.233	0.95	1.35	1.4	1.1	3	2.45	7.70	0	0
46	3.35	1.08	0.33	1.31	1.7	1.7	1.68	2	3.38	10.62	15	6.9
47	3.4	0.8	0.297	1.49	1.88	1.73	1.14	2	3.22	10.12	10	5.5
48	3.65	1.06	0.34	1.49	1.75	1.9	1.55	3	3.3	10.37	15	7.9
49	3.5	0.99	0.323	1.7	1.82	1.95	1.75	3	3.57	11.22	8	3.5
50	3.5	1.04	0.33	1.75	2	1.85	1.7	4	3.6	11.31	8.5	5.2
51	3.2	0.95	0.34	1.8	1.61	1.95	1.6	3	3.41	10.71	13.4	6.9
52	3.2	1.15	0.218	0.95	1.35	1.43	1.01	4	2.36	7.41	0	0
53	3.5	1	0.275	1.75	1.17	1.74	1.12	3	2.91	9.14	5.5	2
54	3.7	0.935	0.36	1.49	1.55	1.8	1.75	3	3.3	10.37	13.4	6.4
55	3.15	0.65	0.3	1.5	1.71	1.64	1.65	2	3.29	10.34	7.5	3
56	3.1	1	0.283	1.45	1.59	1.83	1.2	4	3.04	9.55	5.6	2
57	4	0.97	0.34	1.77	1.87	1.82	1.53	3	3.59	11.28	14.3	7.5
58	3.49	0.95	0.325	1.33	1.89	1.49	1.75	4	3.24	10.18	11	6
59	3.2	1.14	0.283	1.15	1.48	1.89	1.1	4	2.63	8.26	8.5	4.5

60	3	0.88	0.297	1.5	1.5	1.35	1.55	2	3	9.42	7.5	3
61	4.35	0.98	0.374	1.71	2.28	1.94	1.45	3	3.65	11.47	13.4	5.5
62	4.35	0.86	0.375	1.7	2.37	1.59	1.51	3	3.29	10.34	13.5	6
63	4.65	1.02	0.412	2	2.3	2.25	1.65	4	4.25	13.35	8	3.5
64	3.6	1	0.26	1.56	1.82	1.4	1.34	3	2.96	9.30	9.5	5.3
65	3.85	0.95	0.343	1.74	2.1	1.73	1.49	3	3.47	10.90	14.3	7.5

Nº Amostra	Peso Total (kg)	Peso Final (kg)	Proporção
1	8.8	3.7	42%
2	15.5	7.5	48%
3	12	6.8	57%
4	12.1	6.8	56%
5	10.6	6	57%
6	6	4.7	78%
7	8	3.5	44%
8	6	2	33%
9	10	3.5	35%
10	6.4	2.4	38%
11	24.8	11	44%
12	13.8	8	58%
13	8	3.5	44%
14	11.1	4.7	42%
15	13.2	6.7	51%
16	16.2	9.8	60%
17	14.3	7	49%
18	15.5	7	45%
19	5.5	1.2	22%
20	8	4.6	58%
21	7	4	57%
22	11.1	6.5	59%
23	15.7	8.7	55%
24	10.5	6	57%
25	14	8	57%
26	24.3	9.4	39%
27	17	8.5	50%
28	9.8	5.8	59%
29	16.8	9	54%
30	10.5	5.4	51%
31	15.3	8.2	54%
32	14	6.5	46%
33	4.1	3.4	83%
34	11.3	6.5	58%

35	19.6	9.4	48%
36	19.6	9.7	49%
37	12	5.5	46%
38	13.5	7.5	56%
40	14.7	7	48%
41	14.4	6.6	46%
42	17.3	8.6	50%
43	9.1	5.9	65%
44	11.2	6.4	57%
46	15	6.9	46%
47	10	5.5	55%
48	15	7.9	53%
49	8	3.5	44%
50	8.5	5.2	61%
51	13.4	6.9	51%
53	5.5	2	36%
54	13.4	6.4	48%
55	7.5	3	40%
56	5.6	2	36%
57	14.3	7.5	52%
58	11	6	55%
59	8.5	4.5	53%
60	7.5	3	40%
61	13.4	5.5	41%
62	13.5	6	44%
64	9.5	5.3	56%
65	14.3	7.5	52%

3. Índices Vegetativos.

Amostra	NDVI	SAVI	PVR	PCD	PPR	IPVI	DVI	SGB	RB	NDVIG	NDGRI	NDGBI	NDRBI	I	S	RPER	GPGR	BPER	TVI
1	0.63	0.95	1.39	4.46	1.64	0.82	172.00	36.00	1.41	0.60	0.16	0.24	0.24	297.00	82.16	0.37	0.42	0.32	1.07
2	0.54	0.81	1.31	3.33	1.59	0.77	161.00	33.00	1.42	0.50	0.14	0.23	0.23	340.00	99.12	0.36	0.41	0.29	1.02
3	0.62	0.93	1.33	4.28	1.64	0.81	167.00	38.00	1.54	0.58	0.14	0.24	0.24	338.00	101.10	0.37	0.40	0.33	1.06
4	0.63	0.94	1.31	4.40	1.48	0.82	177.00	36.00	1.38	0.61	0.13	0.19	0.19	287.00	76.20	0.37	0.41	0.28	1.06
5	0.62	0.93	1.81	4.23	1.51	0.81	154.00	38.00	1.29	0.44	0.29	0.21	0.21	326.00	88.18	0.35	0.44	0.32	1.06
6	0.56	0.84	1.52	3.57	1.47	0.78	154.00	33.00	1.26	0.50	0.21	0.19	0.19	272.00	77.14	0.35	0.42	0.30	1.03
7	0.54	0.80	1.41	3.30	1.46	0.77	152.00	36.00	1.49	0.49	0.17	0.19	0.19	350.00	89.23	0.38	0.40	0.32	1.02
8	0.64	0.95	1.50	4.48	1.44	0.82	158.00	34.00	1.20	0.50	0.20	0.18	0.18	303.00	83.17	0.33	0.42	0.33	1.07
9	0.63	0.95	1.40	4.42	1.27	0.82	154.00	22.00	1.31	0.56	0.17	0.12	0.12	301.00	93.06	0.37	0.40	0.33	1.06
10	0.69	1.03	1.90	5.37	1.46	0.84	153.00	36.00	1.45	0.54	0.31	0.19	0.19	369.00	99.19	0.37	0.43	0.35	1.09
11	0.65	0.98	1.58	4.76	1.54	0.83	161.00	35.00	1.23	0.50	0.22	0.21	0.21	336.00	99.11	0.33	0.41	0.33	1.07
12	0.57	0.85	1.37	3.61	1.45	0.78	167.00	37.00	1.23	0.51	0.16	0.19	0.19	303.00	84.16	0.33	0.41	0.31	1.03
13	0.56	0.84	1.39	3.53	1.46	0.78	157.00	36.00	1.42	0.44	0.16	0.19	0.19	376.00	110.11	0.37	0.41	0.31	1.03
14	0.58	0.87	1.35	3.75	1.61	0.79	151.00	38.00	1.38	0.47	0.15	0.23	0.23	359.00	98.17	0.36	0.42	0.29	1.04
15	0.57	0.85	1.25	3.61	1.40	0.78	159.00	33.00	1.36	0.49	0.11	0.17	0.17	358.00	100.15	0.36	0.39	0.29	1.03
16	0.48	0.72	1.17	2.83	1.53	0.74	146.00	40.00	1.37	0.46	0.08	0.21	0.21	344.00	96.15	0.36	0.39	0.29	0.99
17	0.60	0.89	1.47	3.95	1.45	0.80	183.00	35.00	1.42	0.46	0.19	0.18	0.18	338.00	97.13	0.37	0.41	0.32	1.05
18	0.49	0.73	1.23	2.92	1.51	0.75	152.00	33.00	1.40	0.46	0.10	0.20	0.20	314.00	92.11	0.36	0.39	0.30	1.00

19	0.56	0.83	1.33	3.52	1.42	0.78	161.00	34.00	1.49	0.45	0.14	0.17	0.17	369.00	102.12	0.39	0.39	0.31	1.03
20	0.46	0.69	1.24	2.70	1.41	0.73	145.00	36.00	1.29	0.44	0.11	0.17	0.17	339.00	93.12	0.35	0.39	0.30	0.98
21	0.56	0.84	1.25	3.55	1.56	0.78	146.00	43.00	1.41	0.52	0.11	0.22	0.22	441.00	125.14	0.38	0.41	0.32	1.03
22	0.47	0.70	1.15	2.77	1.55	0.74	136.00	35.00	1.45	0.42	0.07	0.22	0.22	381.00	103.18	0.37	0.39	0.28	0.99
23	0.48	0.72	1.22	2.85	1.53	0.74	152.00	39.00	1.37	0.40	0.10	0.21	0.21	368.00	104.14	0.36	0.40	0.32	0.99
24	0.51	0.76	1.19	3.05	1.41	0.75	154.00	38.00	1.32	0.45	0.09	0.17	0.17	367.00	98.19	0.36	0.39	0.31	1.00
25	0.50	0.74	1.21	2.98	1.39	0.75	158.00	37.00	1.28	0.44	0.10	0.16	0.16	358.00	98.11	0.35	0.39	0.31	1.00
26	0.50	0.74	1.19	2.98	1.48	0.75	160.00	35.00	1.37	0.43	0.09	0.19	0.19	395.00	106.19	0.37	0.40	0.28	1.00
27	0.48	0.73	1.21	2.88	1.49	0.74	150.00	36.00	1.39	0.41	0.10	0.20	0.20	319.00	86.18	0.36	0.40	0.29	0.99
28	0.42	0.62	1.14	2.42	1.49	0.71	137.00	33.00	1.39	0.36	0.07	0.20	0.20	352.00	96.17	0.37	0.39	0.29	0.96
29	0.55	0.83	1.20	3.48	1.48	0.78	161.00	34.00	1.27	0.49	0.09	0.20	0.20	350.00	105.09	0.35	0.40	0.30	1.03
30	0.46	0.68	1.15	2.68	1.45	0.73	138.00	39.00	1.47	0.44	0.07	0.18	0.18	372.00	101.18	0.38	0.39	0.30	0.98
31	0.63	0.94	1.31	4.33	1.44	0.81	173.00	36.00	1.36	0.54	0.13	0.18	0.18	381.00	106.16	0.36	0.39	0.33	1.06
32	0.59	0.88	1.16	3.89	1.50	0.80	153.00	39.00	1.31	0.56	0.08	0.20	0.20	328.00	91.16	0.36	0.39	0.30	1.04
33	0.47	0.71	1.22	2.79	1.49	0.74	143.00	37.00	1.35	0.43	0.10	0.20	0.20	512.00	150.12	0.36	0.40	0.30	0.99
34	0.64	0.96	1.18	4.59	1.46	0.82	171.00	41.00	1.29	0.59	0.08	0.19	0.19	336.00	91.18	0.35	0.39	0.33	1.07
35	0.71	1.07	1.30	5.93	1.48	0.86	197.00	38.00	1.25	0.64	0.13	0.19	0.19	330.00	91.16	0.34	0.40	0.31	1.10
36	0.55	0.82	1.17	3.41	1.54	0.77	171.00	35.00	1.36	0.49	0.08	0.21	0.21	366.00	109.10	0.35	0.40	0.30	1.02
37	0.46	0.69	1.21	2.69	1.46	0.73	145.00	37.00	1.37	0.40	0.10	0.19	0.19	323.00	89.16	0.36	0.40	0.29	0.98
38	0.47	0.71	1.16	2.79	1.43	0.74	139.00	36.00	1.30	0.49	0.08	0.18	0.18	430.00	124.13	0.36	0.39	0.31	0.99
39	0.37	0.55	1.05	2.15	1.48	0.68	129.00	37.00	1.98	0.55	0.03	0.19	0.19	538.00	160.10	0.49	0.38	0.31	0.93

40	0.47	0.70	1.17	2.76	1.49	0.73	158.00	36.00	1.30	0.42	0.08	0.20	0.20	364.00	102.15	0.36	0.40	0.32	0.98
41	0.46	0.69	1.21	2.69	1.47	0.73	144.00	37.00	1.42	0.47	0.10	0.19	0.19	444.00	121.18	0.38	0.38	0.31	0.98
42	0.55	0.82	1.25	3.40	1.50	0.77	163.00	37.00	1.62	0.46	0.11	0.20	0.20	348.00	93.19	0.39	0.39	0.31	1.02
43	0.51	0.77	1.13	3.12	1.39	0.76	146.00	30.00	1.35	0.47	0.06	0.16	0.16	341.00	97.12	0.37	0.38	0.29	1.01
44	0.60	0.90	1.41	4.00	1.46	0.80	174.00	34.00	1.49	0.55	0.17	0.19	0.19	330.00	90.17	0.39	0.42	0.33	1.05
45	0.49	0.74	1.10	2.94	1.48	0.75	147.00	37.00	1.67	0.47	0.05	0.19	0.19	374.00	108.13	0.43	0.38	0.34	1.00
46	0.50	0.75	1.14	2.99	1.41	0.75	133.00	34.00	1.31	0.50	0.07	0.17	0.17	326.00	92.14	0.37	0.38	0.31	1.00
47	0.43	0.65	1.16	2.52	1.37	0.72	140.00	31.00	1.36	0.40	0.08	0.16	0.16	350.00	94.19	0.37	0.39	0.30	0.97
48	0.50	0.75	1.20	3.03	1.32	0.75	150.00	26.00	1.33	0.43	0.09	0.14	0.14	360.00	107.10	0.38	0.38	0.31	1.00
49	0.37	0.56	1.15	2.19	1.47	0.69	124.00	42.00	1.62	0.38	0.07	0.19	0.19	425.00	119.15	0.40	0.39	0.29	0.94
50	0.59	0.88	1.37	3.84	1.39	0.79	173.00	30.00	1.39	0.52	0.15	0.17	0.17	328.00	93.14	0.37	0.41	0.32	1.04
51	0.38	0.57	1.08	2.24	1.53	0.69	129.00	39.00	1.52	0.40	0.04	0.21	0.21	407.00	118.12	0.39	0.39	0.29	0.94
52	0.69	1.03	1.56	5.39	1.45	0.84	158.00	36.00	1.38	0.55	0.22	0.18	0.18	611.00	179.12	0.36	0.38	0.37	1.09
53	0.34	0.51	1.04	2.03	1.22	0.67	106.00	28.00	1.25	0.35	0.02	0.10	0.10	501.00	145.13	0.37	0.36	0.30	0.92
54	0.43	0.64	1.27	2.51	1.51	0.72	138.00	40.00	1.45	0.39	0.12	0.20	0.20	347.00	94.18	0.38	0.40	0.29	0.96
55	0.34	0.51	1.11	2.04	1.35	0.67	116.00	33.00	1.45	0.33	0.05	0.15	0.15	439.00	129.11	0.38	0.37	0.31	0.92
56	0.64	0.96	1.75	4.57	1.39	0.82	157.00	36.00	1.32	0.52	0.27	0.16	0.16	345.00	94.17	0.38	0.43	0.33	1.07
57	0.50	0.74	1.24	2.97	1.55	0.75	150.00	34.00	1.40	0.44	0.11	0.22	0.22	348.00	92.20	0.37	0.39	0.30	1.00
58	0.51	0.76	1.18	3.04	1.51	0.75	139.00	37.00	1.51	0.47	0.08	0.20	0.20	329.00	91.16	0.38	0.39	0.30	1.00
59	0.61	0.91	1.28	4.11	1.46	0.80	143.00	36.00	1.26	0.54	0.12	0.19	0.19	375.00	110.11	0.36	0.39	0.33	1.05
60	0.42	0.63	1.14	2.44	1.37	0.71	114.00	27.00	1.45	0.41	0.06	0.16	0.16	396.00	113.14	0.38	0.37	0.33	0.96

61	0.67	1.01	1.49	5.13	1.43	0.84	161.00	26.00	1.29	0.58	0.20	0.18	0.18	249.00	74.10	0.36	0.41	0.35	1.08
62	0.61	0.91	1.24	4.07	1.48	0.80	168.00	31.00	1.28	0.55	0.11	0.19	0.19	350.00	100.13	0.36	0.40	0.31	1.05
63	0.59	0.89	1.45	3.93	1.45	0.80	165.00	31.00	1.31	0.51	0.18	0.18	0.18	326.00	92.14	0.37	0.42	0.33	1.05
64	0.54	0.81	1.35	3.34	1.43	0.77	152.00	31.00	1.30	0.47	0.15	0.18	0.18	306.00	98.03	0.35	0.41	0.32	1.02
65	0.53	0.80	1.32	3.28	1.42	0.77	155.00	29.00	1.36	0.49	0.14	0.17	0.17	340.00	97.14	0.36	0.41	0.30	1.02

4. Dados recolhidos na fábrica Migdalo.

Nº Amostra	Peso casca (g)	Peso miolo (g)	Dupla casca (g)	Pretas (g)	Peles (g)	Calibre (mm)	Humidade (%)	Rendimento (%)
1	649.2	275.7	32.2	36.3	3.2	13,5 - 14	3.9	28%
2	621.4	331.7	22.1	13.3	9.2	12,5 - 13,5	4.5	33%
3	626.4	312.8	37.2	12	10.6	13,5 - 14	4.4	31%
4	634.6	327.9	26.5	4.1	5.1	13,5 - 14	4.9	33%
5	614.9	352	14.8	4.8	10.4	13,5 - 14	5.8	35%
6	606.5	339.1	22.9	19.5	9.2	13,5 - 14	5.3	34%
7	611.3	339.3	30.4	16.9	0.8	13,5 - 14	4.5	34%
8	634.5	297.6	9.5	48.3	3.8	13,5 - 14	4.6	30%
9	616.9	341.1	21.8	14	4.8	13,5 - 14	4.6	34%
10	624	346.7	9.1	10.3	4.2	13,5 - 14	4.3	35%
11	610.7	340.2	26.5	19.8	3.9	13,5 - 14	6.6	34%
12	623	328.3	26.4	19.6	0	13,5 - 14	4.9	33%
13	635.3	351.8	4.3	7.5	0	13,5 - 14	4.9	35%
14	611.2	360.7	15	6.5	1.7	13,5 - 14	5.1	36%
15	615.4	323.1	27.8	24	9	13,5 - 14	4.8	32%
16	603.3	323.9	53	13	2.2	13,5 - 14	4.3	33%
17	632.7	348	12.4	6.6	0	13,5 - 14	4.7	35%
18	622.5	331.2	26.9	9.4	1.9	13,5 - 14	4.9	33%
19	650.1	255.6	25	58.4	0	13,5 - 14	4.5	26%
20	620.6	338.9	22.8	6.6	6.7	12,5 - 13,5	4.7	34%
21	639.1	338.5	16.8	2.9	2.8	13,5 - 14,5	5	34%
22	633.2	338.5	3.2	15.4	5.2	12,5 - 13,5	4.2	34%
23	630.5	326.5	20	15.4	6	12,5 - 13,5	4.7	33%
24	617.5	314	48.7	18.6	1.8	12,5 - 13,5	4.5	31%
25	639.5	334	9.9	11.1	6.7	12,5 - 13,5	4.7	33%
26	621.6	317.4	34.7	18.1	0	12,5 - 13,5	5.3	32%
27	625.9	332.7	20.5	16.7	0	13,5 - 14	4.8	33%
28	626.4	324.5	18.9	5.7	17.3	13,5 - 14	5.2	33%
29	643	329.5	9.2	11.4	3.7	13,5 - 14	5.3	33%
30	609.5	351.9	16.6	11.9	5.5	12,5 - 13,5	3.7	35%

31	619.1	336.6	29.1	7.3	2.3	13,5 - 14	4.8	34%
32	619.6	348.7	5.6	17	1.7	13,5 - 14	4.9	35%
33	529.9	312.1	29	7.3	0	13,5 - 14,5	4.7	36%
34	633.7	337.7	17.2	9	1.8	13,5 - 14	5.6	34%
35	637.6	338	19.3	4.7	0	12,5 - 13,5	5	34%
36	616.8	337.9	28.3	13.3	0	13,5 - 14	4.6	34%
37	608.5	359.8	19.3	10.6	0	11,5 - 13,5	4.9	36%
38	632.5	331.9	11.2	16	7.4	12,5 - 13,5	4.7	33%
40	619	343.8	22	10.3	2.5	13,5 - 14	4.6	34%
41	633.8	334	22.3	7.7	2.4	12,5 - 13,5	4.8	33%
42	635.9	333	18.6	9.9	0	13,5 - 14	6	33%
43	625.8	315	23.9	19.4	12.5	12,5 - 13,5	4.8	32%
44	631.4	314.3	25	20.3	4.6	13,5 - 14,5	5.1	32%
46	631.8	336.8	9.5	13.3	3.9	13,5 - 14	4.2	34%
47	625	332.8	21.6	10.3	5.9	12,5 - 13,5	4	33%
48	627.3	323	29.9	11.6	0.9	12,5 - 13,5	4.9	33%
49	687.7	315.5	31	37.4	0	13,5 - 14	4.7	29%
50	612.3	322.3	27.4	23.5	9.5	13,5 - 14	4.8	32%
51	626.7	332	23.9	15.6	2.2	12,5 - 13,5	5.1	33%
53	635.7	324.7	29	6	2.3	11,5 - 13,5	4.7	33%
54	631.9	321.7	33.1	8.5	0	13,5 - 14	5	32%
55	622.7	317.5	39.1	17.7	1.7	11,5 - 13,5	4.3	32%
56	624.1	361.3	8.5	4.7	0	13,5 - 14	4.4	36%
57	647.3	328.8	10.5	11.6	0	13,5 - 14	5.1	33%
58	628.6	324.1	16.5	5.6	14	12,5 - 13,5	4.2	33%
59	627.1	329.1	21.1	11.4	7.1	12,5 - 13,5	3.5	33%
60	617.2	341.9	24.5	12.9	2	13,5 - 14	4.3	34%
61	636.7	344.3	7.5	7.7	0	13,5 - 14	4.8	35%
62	637.7	326.4	12.8	21	2	13,5 - 14	4.8	33%
64	615.6	328.1	32.8	12.6	5.2	11,5 - 13,5	4.6	33%
65	620	341.7	23.4	11.2	0	13,5 - 14	4.7	34%

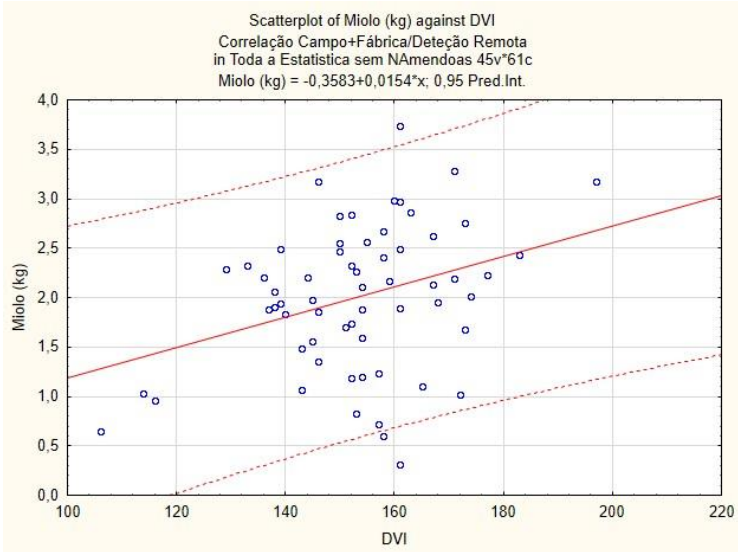
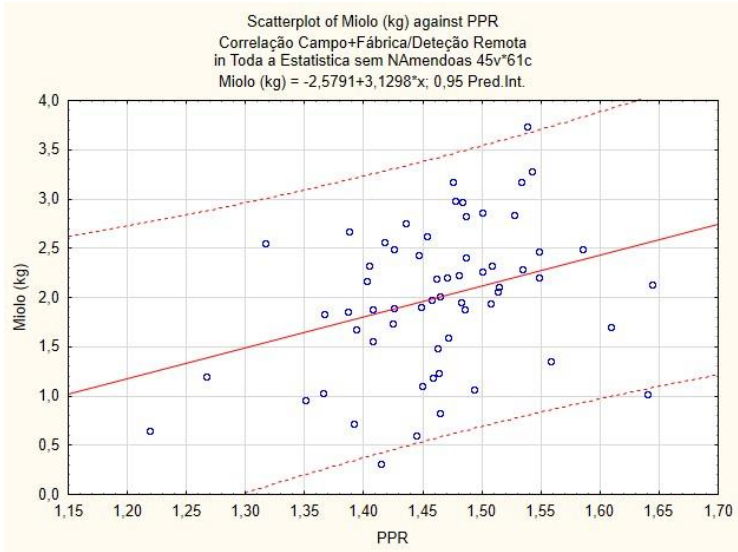
AMOSTRA	Peso Final	1 kg Amostra					Amostra				
	(kg)	Casca (kg)	Miolo (kg)	Dupla Casca (kg)	Pretas (kg)	Peles (kg)	Casca (kg)	Miolo (kg)	Dupla Casca (kg)	Pretas (kg)	Peles (kg)
1	3.7	0.65	0.28	0.03	0.04	0.00	2.40	1.02	0.12	0.13	0.01
2	7.5	0.62	0.33	0.02	0.01	0.01	4.66	2.49	0.17	0.10	0.07
3	6.8	0.63	0.31	0.04	0.01	0.01	4.26	2.13	0.25	0.08	0.07
4	6.8	0.63	0.33	0.03	0.00	0.01	4.32	2.23	0.18	0.03	0.03
5	6	0.61	0.35	0.01	0.00	0.01	3.69	2.11	0.09	0.03	0.06
6	4.7	0.61	0.34	0.02	0.02	0.01	2.85	1.59	0.11	0.09	0.04
7	3.5	0.61	0.34	0.03	0.02	0.00	2.14	1.19	0.11	0.06	0.00
8	2	0.63	0.30	0.01	0.05	0.00	1.27	0.60	0.02	0.10	0.01
9	3.5	0.62	0.34	0.02	0.01	0.00	2.16	1.19	0.08	0.05	0.02
10	2.4	0.62	0.35	0.01	0.01	0.00	1.50	0.83	0.02	0.02	0.01
11	11	0.61	0.34	0.03	0.02	0.00	6.72	3.74	0.29	0.22	0.04
12	8	0.62	0.33	0.03	0.02	0.00	4.98	2.63	0.21	0.16	0.00
13	3.5	0.64	0.35	0.00	0.01	0.00	2.22	1.23	0.02	0.03	0.00
14	4.7	0.61	0.36	0.02	0.01	0.00	2.87	1.70	0.07	0.03	0.01
15	6.7	0.62	0.32	0.03	0.02	0.01	4.12	2.16	0.19	0.16	0.06
16	9.8	0.60	0.32	0.05	0.01	0.00	5.91	3.17	0.52	0.13	0.02
17	7	0.63	0.35	0.01	0.01	0.00	4.43	2.44	0.09	0.05	0.00
18	7	0.62	0.33	0.03	0.01	0.00	4.36	2.32	0.19	0.07	0.01

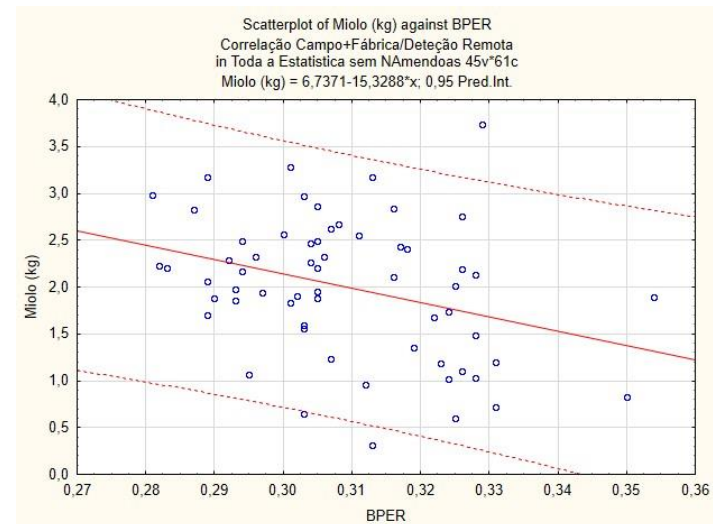
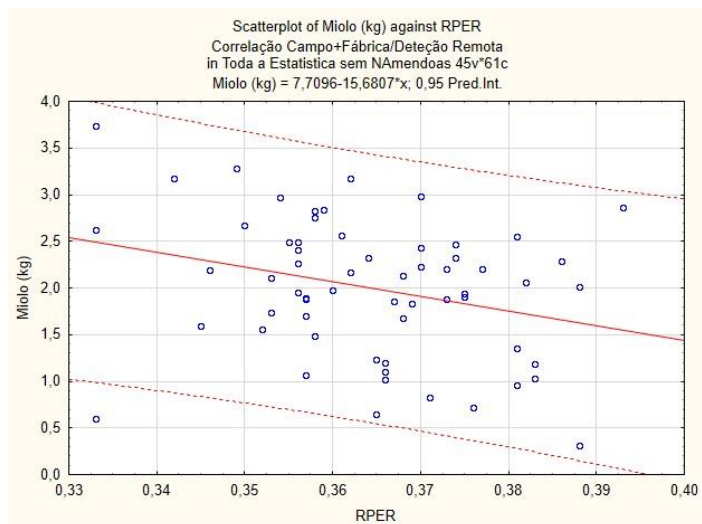
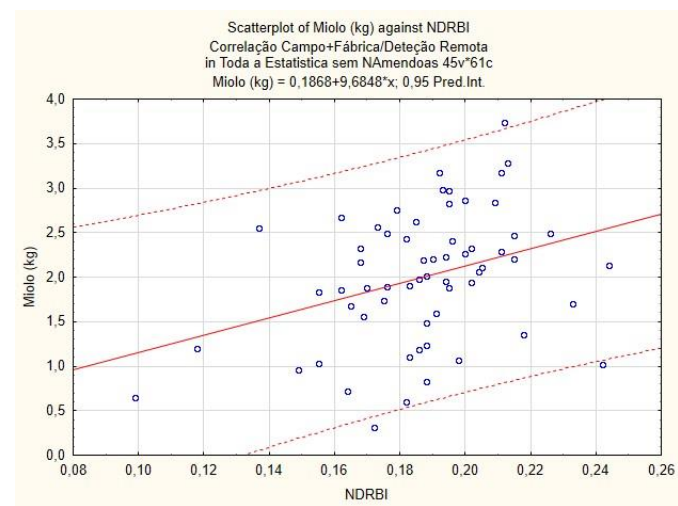
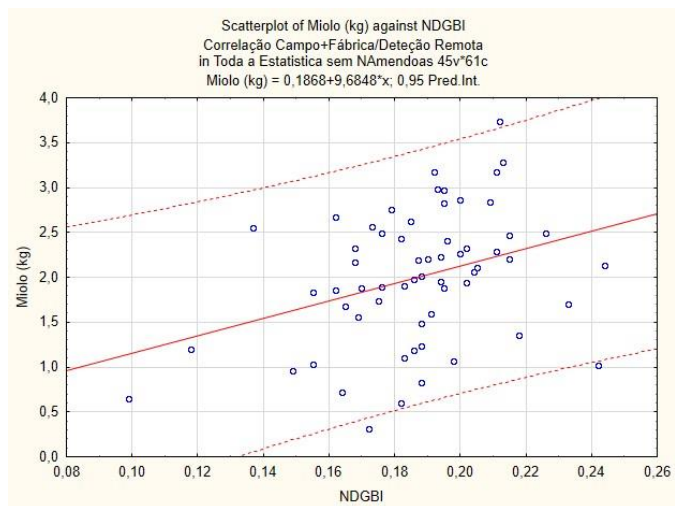
19	1.2	0.65	0.26	0.03	0.06	0.00	0.78	0.31	0.03	0.07	0.00
20	4.6	0.62	0.34	0.02	0.01	0.01	2.85	1.56	0.10	0.03	0.03
21	4	0.64	0.34	0.02	0.00	0.00	2.56	1.35	0.07	0.01	0.01
22	6.5	0.63	0.34	0.00	0.02	0.01	4.12	2.20	0.02	0.10	0.03
23	8.7	0.63	0.33	0.02	0.02	0.01	5.49	2.84	0.17	0.13	0.05
24	6	0.62	0.31	0.05	0.02	0.00	3.71	1.88	0.29	0.11	0.01
25	8	0.64	0.33	0.01	0.01	0.01	5.12	2.67	0.08	0.09	0.05
26	9.4	0.62	0.32	0.03	0.02	0.00	5.84	2.98	0.33	0.17	0.00
27	8.5	0.63	0.33	0.02	0.02	0.00	5.32	2.83	0.17	0.14	0.00
28	5.8	0.63	0.32	0.02	0.01	0.02	3.63	1.88	0.11	0.03	0.10
29	9	0.64	0.33	0.01	0.01	0.00	5.79	2.97	0.08	0.10	0.03
30	5.4	0.61	0.35	0.02	0.01	0.01	3.29	1.90	0.09	0.06	0.03
31	8.2	0.62	0.34	0.03	0.01	0.00	5.08	2.76	0.24	0.06	0.02
32	6.5	0.62	0.35	0.01	0.02	0.00	4.03	2.27	0.04	0.11	0.01
33	3.4	0.53	0.31	0.03	0.01	0.00	1.80	1.06	0.10	0.02	0.00
34	6.5	0.63	0.34	0.02	0.01	0.00	4.12	2.20	0.11	0.06	0.01
35	9.4	0.64	0.34	0.02	0.00	0.00	5.99	3.18	0.18	0.04	0.00
36	9.7	0.62	0.34	0.03	0.01	0.00	5.98	3.28	0.27	0.13	0.00
37	5.5	0.61	0.36	0.02	0.01	0.00	3.35	1.98	0.11	0.06	0.00
38	7.5	0.63	0.33	0.01	0.02	0.01	4.74	2.49	0.08	0.12	0.06
40	7	0.62	0.34	0.02	0.01	0.00	4.33	2.41	0.15	0.07	0.02

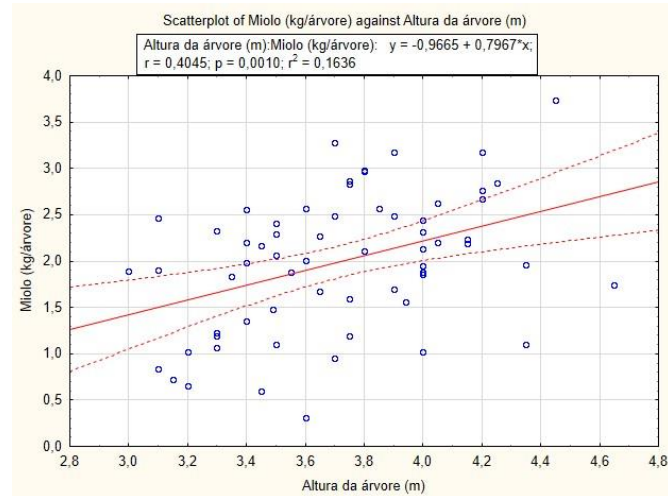
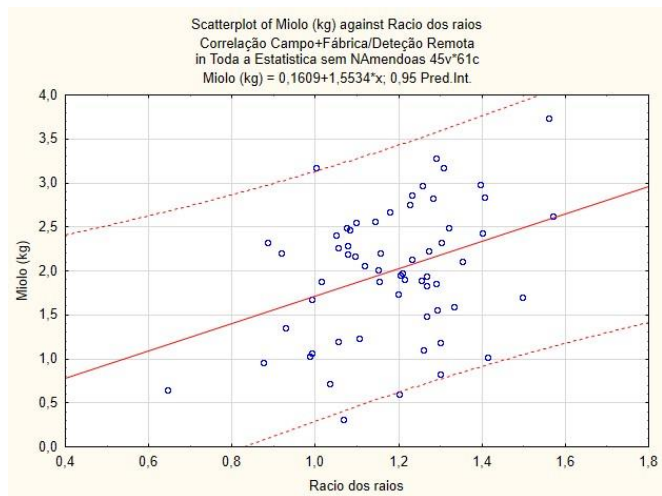
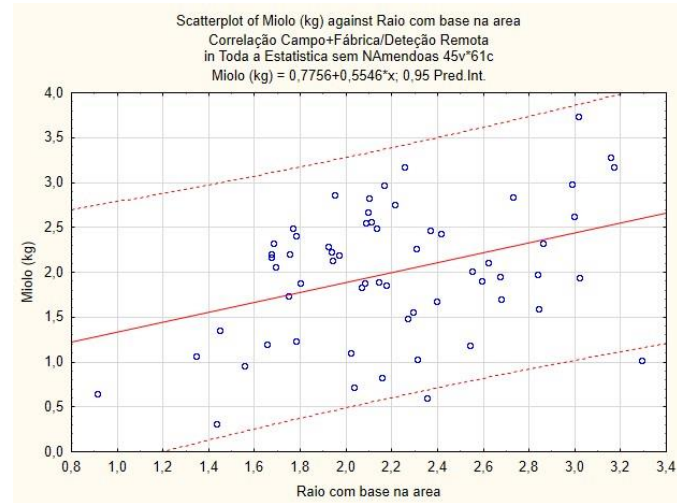
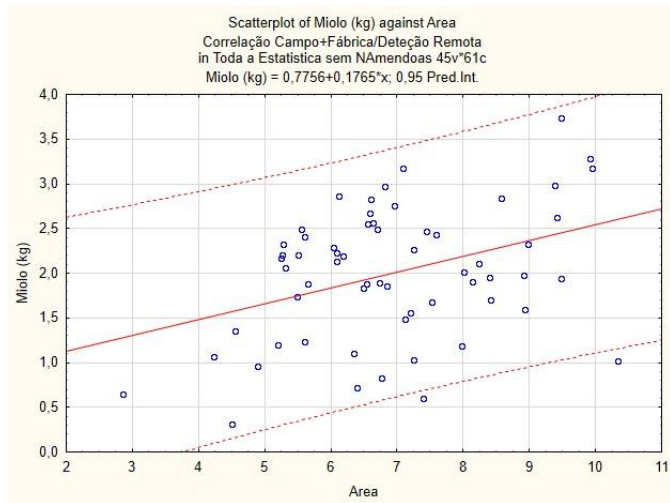
41	6.6	0.63	0.33	0.02	0.01	0.00	4.18	2.20	0.15	0.05	0.02
42	8.6	0.64	0.33	0.02	0.01	0.00	5.47	2.86	0.16	0.09	0.00
43	5.9	0.63	0.32	0.02	0.02	0.01	3.69	1.86	0.14	0.11	0.07
44	6.4	0.63	0.31	0.03	0.02	0.00	4.04	2.01	0.16	0.13	0.03
46	6.9	0.63	0.34	0.01	0.01	0.00	4.36	2.32	0.07	0.09	0.03
47	5.5	0.63	0.33	0.02	0.01	0.01	3.44	1.83	0.12	0.06	0.03
48	7.9	0.63	0.32	0.03	0.01	0.00	4.96	2.55	0.24	0.09	0.01
49	3.5	0.69	0.32	0.31	0.37	0.00	2.41	1.10	1.09	1.31	0.00
50	5.2	0.61	0.32	0.03	0.02	0.01	3.18	1.68	0.14	0.12	0.05
51	6.9	0.63	0.33	0.02	0.02	0.00	4.32	2.29	0.16	0.11	0.02
53	2	0.64	0.32	0.03	0.01	0.00	1.27	0.65	0.06	0.01	0.00
54	6.4	0.63	0.32	0.03	0.01	0.00	4.04	2.06	0.21	0.05	0.00
55	3	0.62	0.32	0.04	0.02	0.00	1.87	0.95	0.12	0.05	0.01
56	2	0.62	0.36	0.01	0.00	0.00	1.25	0.72	0.02	0.01	0.00
57	7.5	0.65	0.33	0.01	0.01	0.00	4.85	2.47	0.08	0.09	0.00
58	6	0.63	0.32	0.02	0.01	0.01	3.77	1.94	0.10	0.03	0.08
59	4.5	0.63	0.33	0.02	0.01	0.01	2.82	1.48	0.09	0.05	0.03
60	3	0.62	0.34	0.02	0.01	0.00	1.85	1.03	0.07	0.04	0.01
61	5.5	0.64	0.34	0.01	0.01	0.00	3.50	1.89	0.04	0.04	0.00
62	6	0.64	0.33	0.01	0.02	0.00	3.83	1.96	0.08	0.13	0.01
63	3.5	0.69	0.32	0.03	0.04	0.00	2.41	1.10	0.11	0.13	0.00

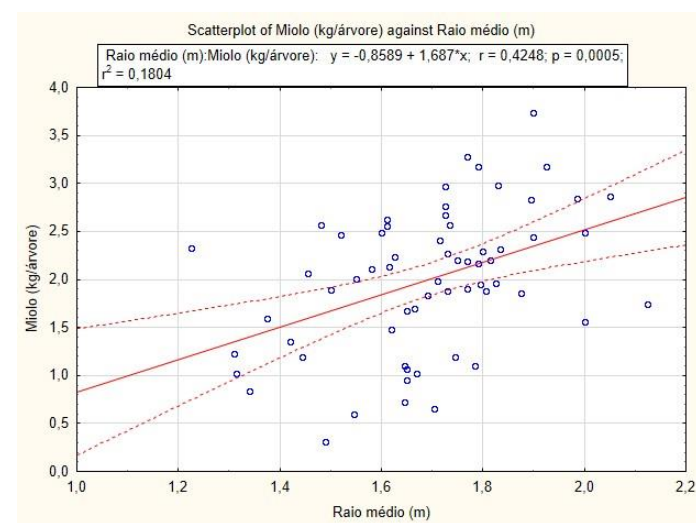
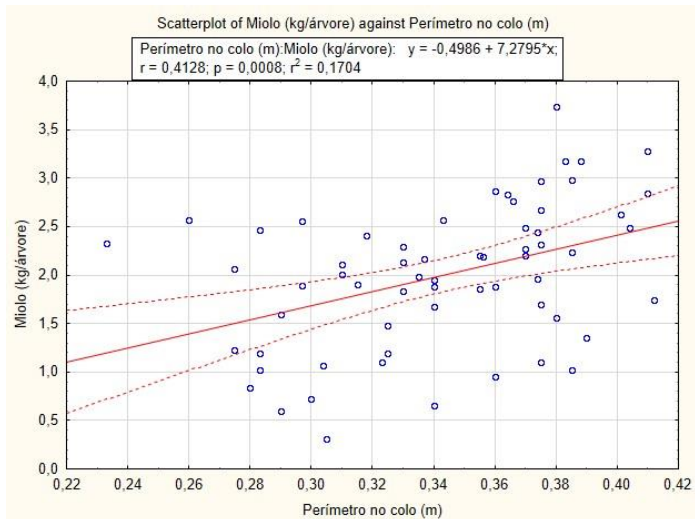
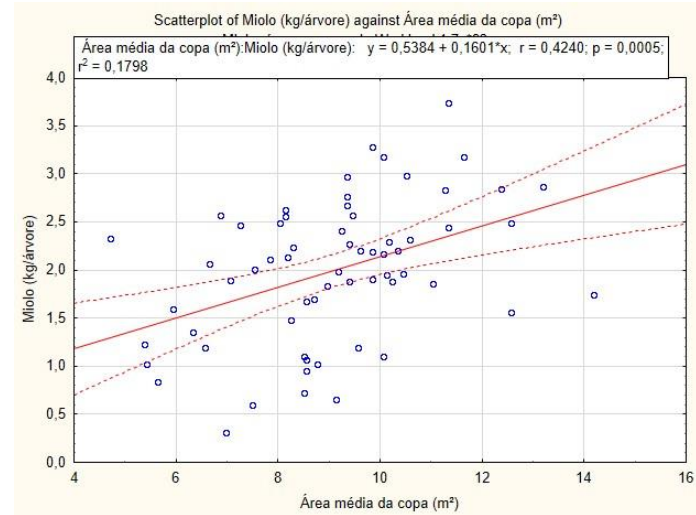
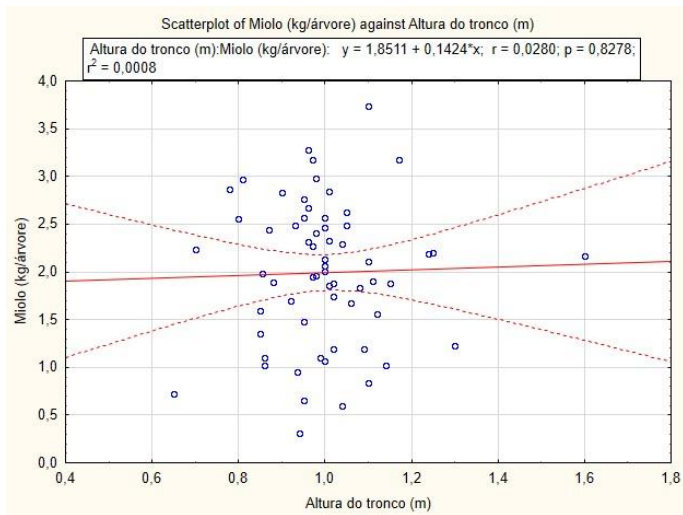
64	5.3	0.62	0.33	0.03	0.01	0.01	3.26	1.74	0.17	0.07	0.03
65	7.5	0.62	0.34	0.02	0.01	0.00	4.65	2.56	0.18	0.08	0.00

5. Correlações.









6. Análise de variância dos modelos de regressão.

	Multiple (R)	Multiple (R ²)	Adjusted (R ²)	SS (Model)	df (Model)	MS (Model)	SS (Residual)	df (Residual)	MS (Residual)	F	p
Miolo/Campo	0.514926	0.265149	0.226472	8.703102	3	2.901034	24.12037	57	0.423164	6.855572	0.000505
Miolo/DRemota	0.658193	0.433218	0.333198	14.21973	9	1.579970	18.60374	51	0.364779	4.331303	0.000318
Miolo/Tudo	0.699383	0.489137	0.386964	16.05518	10	1.605518	16.76830	50	0.335366	4.787360	0.000082